

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 «Геология»
Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

| Тема работы |
|---|
| Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности восточной части моря Лаптевых |

УДК 553.98.04(268.53)

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОГ | Гершелис Е.В. | К.Г.-М.Н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Рыжакина Т.Г. | К.Э.Н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Романова С.В. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Недоливко Н.М.. | К.Г.-М.Н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|---|--|
| Универсальные компетенции | |
| УК(У)-1 | способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий |
| УК(У)-2 | способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла |
| УК(У)-3 | способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели |
| УК(У)-4 | способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия |
| УК(У)-5 | способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия |
| УК(У)-6 | способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности |
| ОПК(У)-2 | способность самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач |
| ОПК(У)-3 | способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры |
| ОПК(У)-4 | способность профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач |
| ОПК(У)-5 | способность критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-6 | владение навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-4 | способность самостоятельной подготовки и проведения производственных и научно-производственных полевых, лабораторных и интерпретационных исследований при решении практических задач (в соответствии с направленностью программы магистратуры) |
| ПК(У)-5 | способность самостоятельно выбирать, подготавливать и профессионально эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы (в соответствии с направленностью программы магистратуры) |
| ПК(У)-6 | способность к комплексной обработке и интерпретации полевой и лабораторной информации с целью решения научно-производственных задач |
| ДПК(У)-1 | способностью самостоятельно планировать и проводить научные исследования в области нефтепромысловой геологии, обобщать и анализировать полученную информацию, формулировать заключения и рекомендации |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 «Геология»
 Уровень образования высшее образование магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения (весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2021 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 28.02.2021 | <i>Обзор литературы</i> | 10 |
| 28.03.2021 | <i>Характеристика района исследования</i> | 20 |
| 11.04.2021 | <i>Объект и методы исследования</i> | 10 |
| 30.04.2021 | <i>Специальная часть. Источники углеводородных соединений в донных осадках</i> | 30 |
| 10.05.2021 | <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i> | 10 |
| 15.05.2021 | <i>Социальная ответственность</i> | 10 |
| 30.05.2021 | <i>The hydrocarbon compounds sources in surface sediments of the Laptev Sea shelf</i> | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Гершелис Елена Владимировна | К.Г.-М.Н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Недоливко Наталья Михайловна | К.Г.-М.Н. | | |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 «Геология»
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Недоливно Н.М.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

| |
|--|
| Магистерской диссертации |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|--------------------------|
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирине Андреевне |

Тема работы:

| |
|---|
| Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности восточной части моря Лаптевых |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) 27.01.2021г., №27-36/с |

| | |
|--|--------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2021г. |
|--|--------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|--|
| Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Фондовая и научная литература по тематике исследования. 28 образцов проб донных отложений Восточной части шельфа моря Лаптевых, отобранных в результате экспедиции на борту НИС «Академик М. Келдыш» осенью 2018 года. |
|--|--|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Уточнить геологическое строение и оценить нефтегазоносных потенциал Лаптевоморского полигона по фондовой и опубликованной литературе; 2) Определить пиролитические параметры органического вещества (ОВ) осадков МЛ методом Rock-Eval; 3) Определить гранулометрический состав донных осадков методом лазерной дифракции для понимания и гидродинамической обстановки среды седиментации накопления ОВ; 4) Исследовать особенности распределения н-алканов и изопреноидов (m/z 57) ОВ осадков с применением хроматомасс-спектрометрического метода; 5) Обобщить и проанализировать полученные данные в контексте прикладных задач поисковой геохимии и фундаментального аспекта изучения современного биогеохимического цикла углерода; 6) Рассчитать сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований; 7) Оценить вредные и опасные производственные факторы, фиксируемые при исследовании, проработать вопросы социальной ответственности. |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Схема субвертикальной миграции углеводородов 2. Расположение моря Лаптевых на карте 3. Схема изученности глубоким бурением и сейсморазведкой северной части Сибирской платформы и шельфа моря Лаптевых по состоянию на 01.01.2019 г 4. Прогнозный разрез осадочного чехла крупных структурных зон шельфа МЛ 5. Сейсмогеологический разрез рифтовой системы Лаптевского шельфа вдоль профилей 87722 и 86705 6. Схема районирования вероятности перспектив нефтегазоносности Хатангского залива (море Лаптевых) по геохимическим данным 7. Лицензионные участки ОАО НК «Роснефть» на шельфе морей Восточной Арктики 8. Вероятные аналоги моря Лаптевых 9. Схема размещения выявленных нефтегазоперспективных объектов на шельфе моря Лаптевых 10. Распределение общего органического углерода |

| | |
|--|---|
| | (ТОС, %) для горизонта 0-2 см и 2-5 см 11. Распределение параметров S_1 , S_2 и S_3 12. Модифицированная диаграмма Ван-Кревелена 13. График зависимости водородного индекса (HI) от T_{peak} 14. Тройная диаграмма Шепарда для изучаемых осадков 15. Хроматограммы образцов 16. Распределение индекса TAR 17. Диаграмма Кеннона-Кассоу |
|--|---|

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|--------------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Рыжакина Татьяна Гавриловна |
| Социальная ответственность | Романова Светлана Владимировна |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

- Обзор литературы
- Характеристика района исследования
- Объект и методы исследования
- Источники углеводородных соединений в донных осадках
- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
- Социальная ответственность
- Приложение А. The hydrocarbon compounds sources in surface sediments of the Laptev Sea shelf

| | |
|--|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 01.02.2021 г. |
|--|---------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|--------------|
| Доцент ОГ | Гершелис Е.В. | к.г.-м.н. | | 01.02.2021г. |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|--------------|
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна | | 01.02.2021г. |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна |

| | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|
| Инженерная школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение | Отделение геологии |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 05.04.01 Геология/ Нефтегазопромысловая геология |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | 1. Литературные источники; 2. Методические указания по разработке раздела; |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | 3. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы; |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | 4. Налоговый кодекс РФ. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности проведения поисковых ГРП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Основные технико-экономические показатели проведения лабораторных исследований. |
| 2. Планирование и формирование бюджета при проведении лабораторных исследований | Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ. |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности лабораторных работ | 1. Общий расчет сметной стоимости; 2. Расчет эффективности мероприятий |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 31.01.2021 |
|---|------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Рыжакина Т.Г. | к.э.н. | | 31.01.2021 |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|--------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна | | 31.01.2021 |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна |

| | | | |
|--------------------------------|--|----------------------------------|--|
| Школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение (НОЦ) | Отделение геологии |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 05.04.01 Геология/ Нефтегазопромысловая геология |

Тема ВКР:

| | |
|---|---|
| Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности восточной части моря Лаптевых | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | В работе проанализировано 28 образцов проб донных осадков восточной части шельфа моря Лаптевых. Проводилась сушка, гомогенизация, экстракция образцов (20 корпус, 221 аудитория, НИ ТПУ) Приборно-аналитическая база включает в себя пиролиз Rock-Eval, метод лазерной дифракции и газовой хроматографии масс спектрометрии. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Конституция РФ ▪ ТК РФ ▪ ОСТ 68 12.0.05-87, ОСТ 68 12.0.06-87 ▪ ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | <ul style="list-style-type: none"> – Превышение уровня шума; – Нервно-психические перегрузки (монотонный режим работы, умственное перенапряжение); – Превышение уровней электромагнитных излучений; – Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; – Отклонение показателей микроклимата; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Пожароопасность; – Поражение электрическим током; – Канцерогенные и мутагенные вещества. |
| 3. Экологическая безопасность: | <ul style="list-style-type: none"> – Атмосфера: нет негативных последствий; – Гидросфера: нет негативных |

| | |
|--|--|
| | последствий; – Литосфера: утилизация персонального компьютера. |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Наиболее типичное ЧС: возникновение пожара |

| | |
|---|-------------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.03.2021 |
|---|-------------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Романова Светлана Владимировна | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 121 с., 44 рис., 21 табл., 81 источников.

Ключевые слова: МОРЕ ЛАПТЕВЫХ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО, ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, ДОННЫЕ ОСАДКИ, ПИРОЛИЗ.

Объект исследования – 28 образцов донных осадков, отобранных с Восточной части моря Лаптевых в результате экспедиции на борту НИС «Академик Мстислав Келдыш» осенью 2018 года.

Методы исследования: пиролиз Rock-Eval, гранулометрический анализ методом лазерной дифракции, газо-хроматографический и хромато-масс-спектрометрический анализ органического вещества неразделенных экстрактов.

Цель работы – изучить особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности восточной части шельфа моря Лаптевых, а также исследовать состав и источники органического вещества (ОВ) донных осадков в контексте поисковой геохимии и уточнения биогеохимического цикла углерода.

Актуальность работы обусловлена дефицитом информации о Лаптевоморском регионе при одновременном высоком прогнозируемом сырьевом потенциале. Более того, данная работа вносит вклад в изучение этапов трансформации ремобилизованного терригенного органического углерода (ОУ) в рамках функционирования арктической климатической системы.

Основные результаты и новизна. На основе компиляции и интерпретации данных пиролиза, гранулометрического и ГХ-МС анализа неразделенных экстрактов были сделаны выводы о составе органического вещества современных отложений моря Лаптевых, а также о возможной газоносности зоны внешнего шельфа изученного региона.

Степень внедрения. Результаты работы могут быть использованы для поиска месторождений нефти и газа в акваториях Арктических морей, а также для уточнения глобалистических моделей эмиссии парников газов.

Область применения. Нефтегазопромысловая геология. Науки о Земле.

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 19-77-00067 и грантом Президента Российской Федерации для молодых российских ученых № МК-3476.2021.1.5.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CPI – Carbon Preference Index;
HI – hydrogen index;
HMW – higher molecular weight;
LMW – lower molecular weight;
OEP – odd even predominance;
OI – oxygen index;
Phy – phytane – фитан;
Pr – pristane – пристан;
TAR – terrigenous to aquatic ratio;
TOC – total organic carbon – общий органический углерод;
ВДУ – временно допустимые уровни;
ВПСН – временные проектно-сметные нормативы;
ВШ – зона внешнего шельфа;
ГМТ – газоматеринские толщи;
ГОНГ – гравиметрическое обнаружение и оконтуривание залежей нефти и газа;
ГОСТ – государственный стандарт;
ГХ-МС – газовая хроматография-масс-спектрометрия
КМПВ – корреляционный метод преломленных волн;
КМПВ-ГСЗ – корреляционный метод преломленных волн - глубинного сейсмического зондирования;
МАГЭ – Морская арктическая геологоразведочная экспедиция;
МВА – моря Восточной Арктики;
МГА – метод геологических аналогий;
МЛ – море Лаптевых;
ММП – многолетнемерзлые породы;
МОВ ОГТ – метод общей глубинной точки;
МОВЗ – метод обменных волн землетрясений;
НГ – нефтегазовый;
НГМП – нефтегазоматеринские породы;

НГМТ – нефтегазоматеринские толщи;
НИС – научно-исследовательское судно;
НМТ – нефтематеринские толщи
НПБ – нормативы пожарной безопасности;
НЭТ – насадка для экстрагирования твердых веществ;
ОВ – органическое вещество;
ОСВ – отражательная способность витринита;
ОСМ – объемно-статистический метод;
ОУ – органический углерод – Сорг;
ПВХ – поливинилхлорид;
ПЗ – прибрежная зона;
ПК – персональный компьютер;
ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;
РОВ – рассеянное органическое вещество;
СанПиН – санитарные правила и нормы;
СЛО – Северный Ледовитый океан;
СНиП – строительные нормы и правила;
ССБТ – система стандартов безопасности труда;
ССН – сборник сметных норм;
УВ – углеводороды;
ФЗ – федеральный закон;
ЧС – чрезвычайная ситуация;
ШСВ – шкаф сушильный вакуумный;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЭМП – электромагнитные поля;
ЭЭС – электроэнергетическая система.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 7 |
| 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... | 11 |
| 1.1 Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа | 11 |
| 1.2 Источники углеводородных соединений в донных осадках арктических морей | 16 |
| 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 21 |
| 2.1 Физико-географическая характеристика | 21 |
| 2.2 Геолого-геофизическая изученность | 23 |
| 2.3 Стратиграфия..... | 26 |
| 2.4 Тектоника..... | 30 |
| 2.5 Нефтегазогеологическое районирование | 32 |
| 3 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 44 |
| 3.1 Методики исследования..... | 46 |
| 3.1.1 Методика проведения экстракции в аппарате Сокслета | 46 |
| 3.1.2 Пиролиз Rock-Eval: цикл «Reservoir»..... | 47 |
| 3.1.3 Гранулометрический анализ: метод лазерной дифракции | 49 |
| 3.1.4 Молекулярный анализ: ГХ-МС | 50 |
| 4 ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДОННЫХ ОСАДКАХ | 53 |
| 4.1 Результаты пиролиза Rock-Eval | 53 |
| 4.2 Гранулометрический анализ | 58 |
| 4.3 Хромато-масс-спектрометрический анализ | 61 |
| 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСООБЕСПЕЧЕНИЕ | 73 |
| 5.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объема работ | 73 |
| 5.1.1 Лабораторные работы | 74 |
| 5.1.2 Камеральные работы..... | 74 |
| 5.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ | 74 |
| 5.3 Расчет материальных затрат на лабораторные работы | 76 |
| 5.3.1 Расчет заработной платы | 76 |
| 5.3.2 Расчет страховых взносов в социальные внебюджетные фонды..... | 77 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.3.3 | Расчет затрат на материалы..... | 77 |
| 5.3.4 | Амортизация..... | 79 |
| 5.3.5 | Накладные расходы..... | 80 |
| 5.4 | Общая стоимость работ | 80 |
| 5.5 | Смета затрат на проведение лабораторного исследования | 81 |
| 6 | СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ | 83 |
| 6.1. | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 84 |
| 6.1.1. | Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства | 84 |
| 6.1.2. | Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны | 84 |
| 6.2. | Производственная безопасность | 85 |
| 6.2.1. | Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований | 85 |
| 6.2.2. | Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов | 86 |
| 6.3. | Экологическая безопасность..... | 92 |
| 6.3.1. | Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду | 92 |
| 6.4. | Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 94 |
| 6.4.1 | Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС | 94 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 97 |
| | СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА..... | 99 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 101 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ А | 111 |

ВВЕДЕНИЕ

В связи с практическим истощением традиционных запасов нефти и газа, фокус недропользователей смещается в сторону освоения трудноизвлекаемых запасов, в структуре которых стратегическую роль играют запасы месторождений Российской Арктики. Необходимо отметить, что геолого-геофизическая изученность западного сектора Арктики в настоящее время значительно выше, чем восточного: при этом, по опубликованным оценкам экспертов, геологические запасы акваторий восточного сектора Арктики составляют более 43 млрд тонн условного топлива, а извлекаемые – более 8 млрд тонн [26].

В связи с суровыми климатическими условиями и труднодоступностью морей Восточной Арктики геологоразведочные работы в регионе сопряжены с рядом технологических сложностей. В этой связи применение морских геохимических методов поиска месторождений углеводородов как первичного скринингового метода представляет собой потенциально эффективный механизм оптимизации финансовых затрат.

В дополнение к приведенному прикладному аспекту работа имеет значимую фундаментальную ценность, связанную с исследованием биогеохимического цикла углерода арктических морей. Рост средней температуры в арктических и субарктических широтах провоцирует интенсивную деградацию наземной и подводной мерзлоты. Дестабилизация многолетнемерзлых толщ ведет к высвобождению и экспорту больших объемов наземного ОУ. Через процессы береговой эрозии и возрастающего речного стока ремобилизованный ОУ вовлекается в современный биогеохимический цикл и, как следствие, оказывает значительное влияние на климатическую систему региона [23, 58, 62].

Возрастающая роль наземного углерода в арктической экосистеме может привести не только к изменению биогеохимического и седиментационного режимов арктических морей, но также и к серьезным экологическим последствиям (смещение карбонатного равновесия,

асидификация вод за счет окисления поступающего ОУ, возрастающая эмиссия парниковых газов). Понимание источников и алгоритмов трансформации поступающего ОУ – это ключевое звено в формировании объективной модели современного биогеохимического цикла углерода в Арктике.

Актуальность работы обусловлена дефицитом информации о Лаптевоморском регионе при одновременном высоком прогнозируемом сырьевом потенциале. Более того, данная работа вносит вклад в изучение этапов трансформации ремобилизованного терригенного ОУ в рамках функционирования арктической климатической системы.

Цель работы – изучить особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности восточной части шельфа моря Лаптевых, а также исследовать состав и источники ОВ донных осадков в контексте поисковой геохимии и уточнения биогеохимического цикла углерода.

Объектом исследования является восточная часть моря Лаптевых (МЛ) – профиль от прибрежной зоны (дельта реки Лена, губа Буор-Хая) до зоны внешнего шельфа.

Фактический материал: 28 образцов донных осадков (горизонт 0-2 см и 2-5 см) из 14 точек, отобранных в экспедиции на борту НИС «Академик М. Келдыш» в сентябре 2018 года.

Задачи:

- 1) Уточнить геологическое строение и оценить нефтегазоносный потенциал Лаптевоморского полигона по фондовой и опубликованной литературе;
- 2) Определить пиролитические параметры ОВ осадков МЛ методом Rock-Eval;
- 3) Определить гранулометрический состав донных осадков методом лазерной дифракции для понимания гидродинамической обстановки среды седиментации и накопления ОВ;
- 4) Исследовать особенности распределения н-алканов и изопреноидов (m/z 57) ОВ осадков с применением хроматомасс-спектрометрического метода;

5) Обобщить и проанализировать полученные данные в контексте прикладных задач поисковой геохимии и фундаментального аспекта изучения современного биогеохимического цикла углерода;

6) Рассчитать сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований;

7) Оценить вредные и опасные производственные факторы, фиксируемые при исследовании, проработать вопросы социальной ответственности.

Научная и практическая новизна исследования состоит в получении новых данных (адаптированная температурная программа пиролиза к современному ОВ), аккумуляции статистически значимого массива информации для задач поисковой геохимии, а также для понимания региональных особенностей седиментации и накопления ОВ в районе исследования.

Практическая значимость результатов работы. Пиролитические и хроматомасс-спектрометрические исследования лягут в основу разработки геохимических критериев поиска УВ залежей.

Реализация и апробация работы. Результаты работы магистерской диссертации представлялись на международных конференциях и симпозиумах, где были удостоены дипломами:

1) XXIV Международный научный симпозиум студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр" (г. Томск, 2020) – Диплом I степени;

2) XVI International Forum-Contest of Students and Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources» 17 – 19 June 2020, St. Petersburg. – The best presenter certificate;

3) XXVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов», 10 – 27 ноября 2020, Москва – Диплом за лучший доклад на секции «Геология»;

4) XII International Youth scientific and practical Congress “OIL & GAS

HORIZONS”, 18 – 20 November 2020, Moscow – Диплом 3 степени;

5) XXV Международный научный симпозиум студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр" (г. Томск, 2021) – Диплом ИШПР (английский язык);

6) XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» 12 – 16 апреля 2021, Санкт-Петербург – Диплом победителя;

7) XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers “Topical Issues of Rational Use of Natural Resources”, 31 May – 6 June, 2021, St. Petersburg – The best presenter award.

В ходе работы над магистерской диссертацией было опубликовано 3 полнотекстовые статьи (в соавторстве) и 8 тезисов к докладам на конференциях.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа

Геохимические методы поиска месторождений нефти и газа – это комплекс геологоразведочных работ, направленных на выявление и оценку перспектив нефтегазоносности, основанный на изучении пространственных закономерностей распределения концентрационных полей углеводородных соединений и химических элементов в осадочном разрезе нефтегазоносного бассейна. Преимущественно проводится на региональном этапе геологоразведочных работ [75].

Геохимическая разведка – это эффективный, мобильный, недорогой и экологически чистый метод прогнозирования, поиска и разведки месторождений углеводородов. Геохимические методы, наряду с геофизическими исследованиями, позволяют не только прогнозировать нефтегазоносность осадочного разреза на геолого-тектонической основе, но и проводить количественную и качественную оценку углеводородного потенциала недр [76].

Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа основываются на выявлении аномалий, образующихся за счет непрерывного процесса диффузионного, инфильтрационного и капельно-пузырькового струйного массопереноса углеводородов от глубинных углеводородных скоплений на всех уровнях геологического разреза непосредственно над залежами, в породах, перекрывающих залежи. Они базируются на гипотезе, что идеальных покрывок в природе не существует, и углеводороды проникают на поверхность земли и в приповерхностные части атмосферы, что и можно идентифицировать как геохимические аномалии.

Методы особенно актуальны на территориях, где широко развиты залежи углеводородов неантиклинального типа с мозаичным типом коллекторов, где применение традиционных геолого-геофизических методов не всегда эффективно. Их внедрение в геологоразведку влечет за собой повышение эффективности поисков нефти и газа и снижение затрат на поиск и

разведку залежей углеводородов. К тому же, такой метод геологоразведки чрезвычайно эффективен в морских условиях, а также в удаленных районах с экстремальными климатическими условиями, какими и являются моря Восточной Арктики.

В практике нефтегазопроисловых работ при проведении геохимических исследований решаются следующие задачи [75, 76]:

- 1) Геохимические поиски, направленные на выявление приповерхностных аномалий, отражающих возможную продуктивность глубинных геоструктурных элементов;
- 2) Глубинный (разноуровневый) прогноз нефтегазоносности и выявление продуктивных пластов по результатам бурения поисково-разведочных скважин – скважинная и резервуарная геохимия.

К первой группе можно отнести такие виды исследований, как: поверхностные площадные геохимические исследования (газовая, газобихимическая, битумно-люминисцентная газовая, битумная, газобактериальная съемки, геохимические исследования донных осадков на наличие в них нафтидогенных маркеров глубинной миграции).

Ко второй группе относятся методы скважинной и резервуарной геохимии: газокерновая съемка, газовый и битумный каротаж, изучение газогидрохимических показателей пластовых вод, пиролиз, биомаркерный анализ нефтей и битумоидов и т.д.

Традиционные комплекс прямых геохимических поисков, в первую очередь, включает в себя **газо-геохимические методы**, основанные на поисках качественных и количественных аномалий углеводородных и неуглеводородных газов в породах (в почве, подпочвенных отложениях, водах, приземной и подземной атмосфере).

Прямые показатели: обнаружение углеводородных газов – метана и его гомологов. Косвенные показатели – обнаружение неуглеводородных компонентов – гелия, радона, ртути и др., которые фиксируют зоны повышенной проницаемости пород, разломов, очагов разгрузки подземных вод.

В целом, анализ именно газовой компоненты является наиболее репрезентативным методом обнаружения УВ-скоплений, в отличие от поиска следов миграции жидких углеводородов. Объясняется это, в первую очередь, мобильностью газовой фазы.

Помимо газо-геохимических методов, к традиционному комплексу прямых геохимических поисков также относятся [76]:

- гидрогеохимические методы, основанные на изучении закономерностей изменения солевого, компонентного, микроэлементного и газового состава вод в зонах массопереноса углеводородов;
- биогеохимические методы, основываются на явлениях биохимического взаимодействия живого вещества и углеводородов. В результате регистрирующие культуры бактерий, избирательно окисляющих метан и его гомологи в почвах и подпочвенных образованиях;
- литогеохимические методы включают три вида съемок — литохимические, минералогические, литофизические. В основе методов лежат факт изменения физико-химических свойств пород под воздействием мигрирующих углеводородов.

Однако данные подвиды в практике используются много реже из-за своей неоднозначности.

Более востребованной в настоящее время является резервуарная, скважинная геохимия.

При исследованиях в скважинах применяются:

- газовый каротаж, основанный на определении содержания и состава углеводородных газов и битумов в промывочной жидкости. Газы из бурового раствора выделяются вакуумной дегазацией — метод первичной качественной и количественной идентификации УВ газов при геолого-технических исследованиях;
- анализ выделенных газов;

- анализ образцов керна и шлама.

Возможности резервуарной геохимии обширны и востребованы индустрией [79]:

- 1) Корреляция в системах «нефть–нефть», «нефть–РОВ (рассеянное органическое вещество)», «нефть–кероген» (потенциальные производящие породы – источники);
- 2) Определение типа исходного ОВ: морской, континентальный, прибрежно-морской, лагунный и т.д.;
- 3) Определение степени катагенеза (созревания): керогена, нефти, битумоида. Эволюция ОВ в конкретных бассейнах осадконакопления;
- 4) Определение фациальной обстановки в диагенезе: карбонатные или терригенные породы, степень солености вод в данном бассейне, окислительная или восстановительные обстановка и пр.;
- 5) Определение интенсивности микробиологической трансформации ОВ в диагенезе, генерацию этим путем новых углеводородов;
- 6) Определение степени и масштабов микробиологического изменения нефти в залежах (биodeградация);
- 7) Определение геологического возраста нефти, вернее, геологического возраста образующего ее органического вещества;
- 8) Определение путей и интенсивности процессов первичной и вторичной миграции нефти.

Оценка осадочных бассейнов для поиска нефти и газа направлена на выяснение вопроса какое количество нефти и газа и где образовалось и аккумулировалось в осадочной породе.

Для этого нужно знать:

1. Какое количество нефти и газа на км² было генерировано породами каждого материнского комплекса в любой части бассейна;
2. Какое количество нефти и газа было выделено из материнских пород;
3. Сколько нефти и газа осталось в рассеянном состоянии.

В результате могут быть рассчитаны суммарные запасы нефти в

осадочном бассейне.

Говоря о возможностях поисковой геохимии, нельзя не упомянуть о биомаркерном анализе. По существу, любые закономерности распределения углеводородов-биомаркеров (хемофоссилий) в различных геологических объектах являются характерным для них «отпечатком пальцев».

Ниже представлены примеры биомаркерного анализа:

В морских условиях седиментации из хлорофилла образуются комплексы порфиринов с ванадием ($V=O$). В континентальных – только с никелем. Ni-порфирины не могут образоваться при H_2S заражении придонных вод [79].

Об основном источнике, поставлявшем ОВ в осадок, позволяет судить состав н-алканов (Рисунок 1.1).

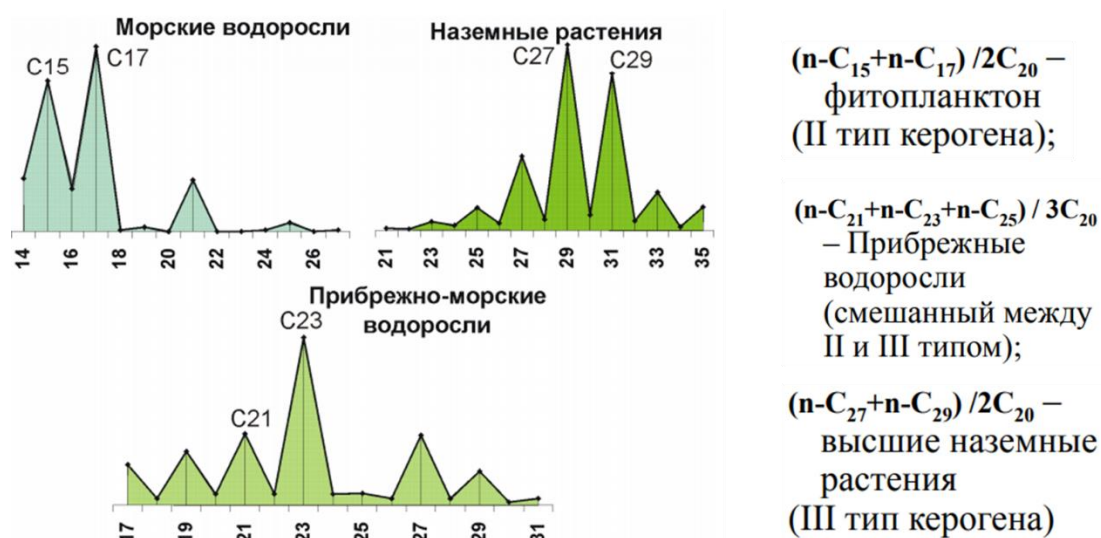


Рисунок 1.1 – Состав н-алканов как идентификатор источника ОВ [79]

Наличие перилена свидетельствует о мелководности бассейна и близости береговой линии. Наиболее часто он встречается в озерных осадках. Наличие перилена может указывать на кероген типа I.

Одним из наиболее широко применяемых молекулярных индексов является отношение пристана (Pr) к фитану (Ph). В окислительных условиях из фитола образуется, преимущественно, пристан, в восстановительных – фитан. Поэтому отношение Pr/Ph можно использовать для оценки окислительно –

восстановительного потенциала в бассейне. Однако, пристан-фитановое отношение является предметом бурных дискуссий в научных сообществах.

1.2 Источники углеводородных соединений в донных осадках арктических морей

Шельф морей Восточной Арктики (МВА), включающий море Лаптевых, Восточно-Сибирское море и российскую часть Чукотского моря, не имеет аналогов на планете. В сочетании огромной площади ($>2 \cdot 10^6$ км²) и мелководности (преимущественно до 50 м) шельф МВА депонирует в себе около 80% всей подводной мерзлоты планеты [36].

Холодные климатические условия МВА обуславливают низкую первичную продуктивность акваторий. Однако восточно-арктический шельф – уникальный реципиент и интегратор ОВ аллохтонного генезиса, поступающего в воды шельфовых морей с продуктами береговой эрозии и с речным стоком [23].

Донные осадки акваторий, по аналогии с почвой на суше, являются «зеркалом ландшафта» или индикатором существующих и господствующих ранее обстановок седиментации. Однако исследование ОВ современных донных осадков – методологически сложный инструмент, требующий комплекса инструментальных методов и исследовательских подходов, а также широкой выборки фактического материала.

В традиционных условиях типичное ОВ морских обстановок осадконакопления формируется преимущественно под влиянием автохтонных гидробионтов, в условиях морей Восточной Арктики значительный вклад в состав ОВ вносят терригенные потоки: «древнее» ОВ, высвобожденное в результате разрушения отложений берегового ледового комплекса, и ОВ речного стока. Также дополнительный вклад обеспечивают продукты химических реакций и производные гетеротрофного микробиального ресинтеза на стадии диагенетических преобразований ОВ [23].

Согласно таблице 1.1, отражающей среднегодовой вклад основных источников осадочного материала на шельф МВА, основной объем ОУ

приходится на долю первичной продукции фитопланктона и криофильного фитопланктона. По оценкам Ромашкевича и др. (2001 г.) годовой вклад фитопланктона в арктические моря достигает $150 \cdot 10^9$ тонн ОУ [31]. Также значительная доля ОУ поступает на шельф МВА со взвешенным речным стоком и с продуктами разрушения ледового комплекса.

Таблица 1.1 - Среднегодовой вклад основных источников осадочного материала на шельф МВА [23].

| Источники осадочного материала | Море Лаптевых | | Восточно-Сибирское море | |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Млн.т / % | $C_{орг}$, млн.т / % | Млн.т / % | $C_{орг}$, млн.т / % |
| Взвешенный сток рек | 21.0/24.0 | 6.8/36.1 | 21.9/18.0 | 1.86/11.2 |
| Ледовый комплекс | 42.8/48.8 | 1.63/8.7 | 67.6/55.4 | 2.4/14.5 |
| Другие берега | 17.4/19.8 | 0.13/0.7 | 20.0/16.4 | 0.19/1.1 |
| Эоловый материал | 0.281/0.3 | 0.121/0.6 | 0.381/0.3 | 0.163/1.0 |
| Контактный криозоль | 6.2/7.1 | 0.14/0.7 | 12.1/9.9 | 0.27/1.6 |
| Первичная продукция фитопланктона | - | 7.0/37.3 | - | 7.0/42.3 |
| Продукция криофильного фитопланктона | - | 3.0/15.9 | 4.7/28.3 | 4.7/28.3 |
| ИТОГО: | 87.68/100 | 18.82/100 | 122.0/100 | 16.58/100 |

Сравнительная характеристика моря Лаптевых и Восточно-Сибирского морей представлена на рисунке 1.2. Необходимо отметить, что вклад речного стока в структуре ОУ море Лаптевых значительно больше, чем в Восточно-Сибирском море. Это обусловлено тем, что в море Лаптевых впадает река Лена, дренирующий бассейн которой полностью располагается в зоне многолетнемерзлых пород (ММП). В Восточно-Сибирском море вклад разных типов фитопланктона выше, чем в море Лаптевых. Данная тенденция объясняется влиянием продуктивных тихоокеанских вод на востоке.

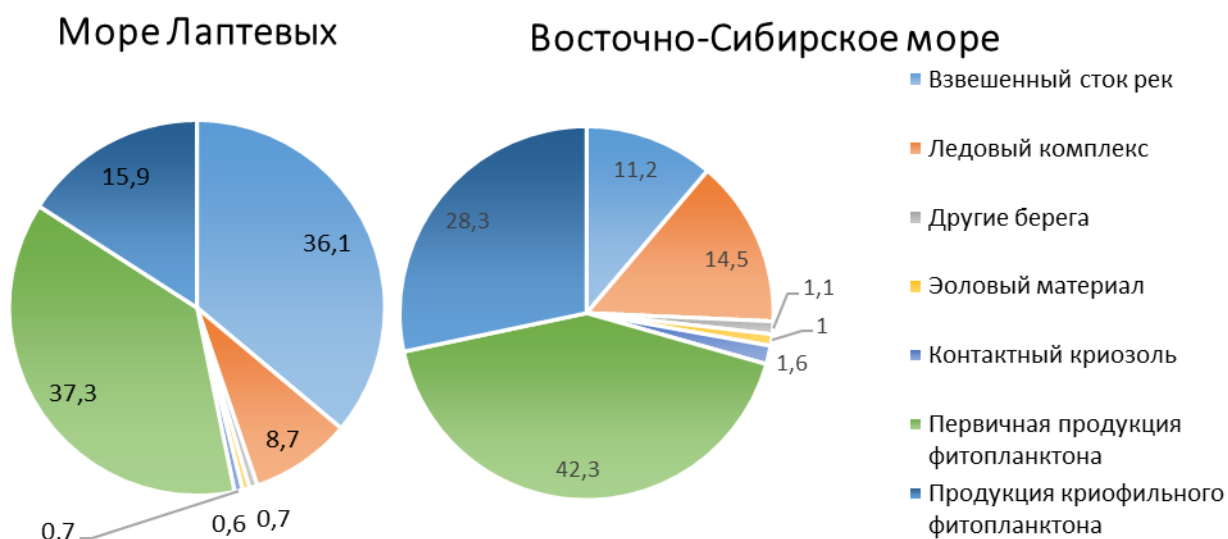


Рисунок 1.2 – Доля источников ОУ моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря [23]

Автохтонные источники: биопродуценты

Основными гидробионтами в арктических морях является фитопланктон, представленный одноклеточными водорослями, а также ледовые водоросли [31]. Помимо этого, к первичным продуцентам относятся макрофиты (водоросли) и фитобентос.

Следует отметить пик продуктивности и оптимум для развития биоценозов фитопланктона и макрофитов. Низкие температуры, неравномерное освещение, продолжительный ледовый покров подавляют жизнедеятельность биопродуцентов. Однако рост средней температуры в арктических широтах провоцирует ежегодное сокращение площади и продолжительности ледового покрова, что ведет к постепенному ослаблению условий, ограничивающих процветание групп биопродуцентов. Таким образом, доля первичной автохтонной продукции в регионе может расти, что также нужно оценивать при анализе современного биогеохимического цикла углерода в Арктике и формировании адекватной прогнозной модели.

Аллохтонные источники: речной сток

С водами речного стока переносится ОВ терригенного генезиса, представленное продуктами разложения растений и почв [36]. Все реки, впадающие в моря Восточной Арктики, дренируют зону ММП. Из-за

наблюдающегося потепления, наземные ММП начинают деградировать и высвобождать законсервированное ОВ, в результате чего формируется профицитный дисбаланс, который может оказывать дестабилизирующее воздействие на арктическую систему.

Аллохтонные источники: эродирующий береговой комплекс

До недавнего времени полагалось, что вклад эродирующего берегового комплекса как экспортера ОУ в воды шельфа МВА крайне незначителен. Однако исследования последних лет опровергают это предположение [62, 68]. Уменьшение площади ледового покрова увеличивают абразионную энергию волн, что, в свою очередь, интенсифицирует процессы береговой эрозии. По предварительным оценкам, только в результате береговой эрозии на Восточно-Сибирский арктический шельф экспортируется порядка 44 ± 10 Мт наземного ОУ [72]. Береговая эрозия – это основной источник ОУ на шельф МЛ.

Аллохтонные источники: техногенное УВ-загрязнение

Объем ОУ, поступающий из техногенных источников загрязнения, а также его вклад от деятельности судоходства, по существующим немногочисленным оценкам, является незначительным. Потенциальными загрязнителями могут являться смазочные материалы, различные виды топлив. Техногенное углеводородное загрязнение фиксируется по наличию тяжелых высокомолекулярных соединений (бенз(а)пирен, полиарены) в донных осадках. В большинстве опубликованных работ концентрации данных соединений были ниже предела обнаружения, что также может говорить о качественной работе маргинальных фильтров дельтовых комплексов [23].

Аллохтонные источники: миграция нефтидогенных УВ

В целом, геохимические методы поиска месторождений УВ основаны на теории о субвертикальной миграции глубинных УВ из залежей нефти и газа по системе трещин и каналов в процессе диффузионно-фильтрационного массопереноса. Потенциально каналы миграции могут образоваться через треки диссоциации газогидратов в верхней части разреза, что детектируется по сейсмопрофилям [23].

Предполагается, что мигрирующие нефтяные УВ доходят до поверхности и образуют геохимические (битуминологические) аномалии, четкие для детектирования. Это битуминологический отпечаток сохраняет в себе «отпечатки пальцев» биомаркеры исходной глубинной нефти.

Схематически процесс субвертикальной миграции УВ изображен на рисунке 1.3.

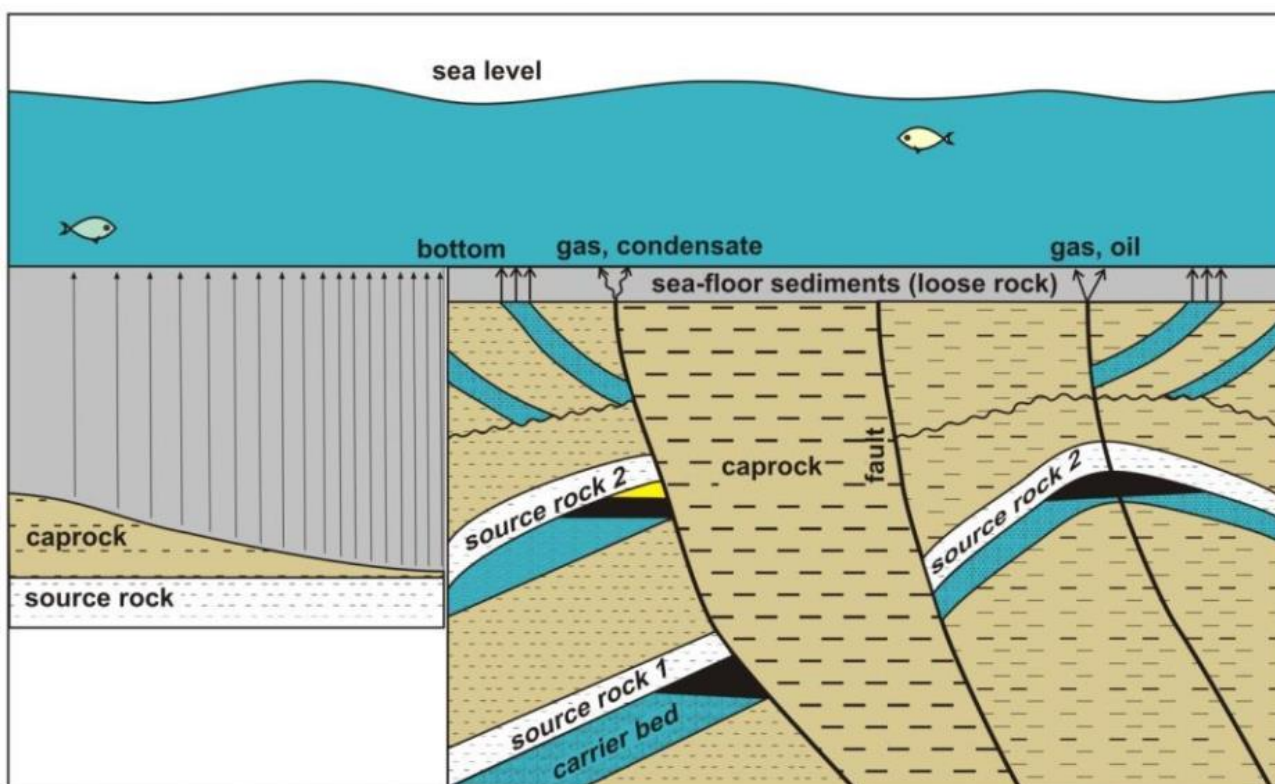


Рисунок 1.3 – Схема субвертикальной миграции углеводородов [23]

Наиболее эффективным методом поиска месторождений нефти и газа является анализ газовой компоненты или газогеохимический анализ. Однако анализ донных осадков на следы нефтяной миграции также проводится. Во многих крупных отечественных и зарубежных компаниях методы поверхностной геохимии широко применяются, например, в Мексиканском, Гвинейском заливах, Черном море. Более подробно данный вопрос был рассмотрен в главе 1.1.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Физико-географическая характеристика

Море Лаптевых является окраинным материковым морем Северного Ледовитого океана (СЛО) и лежит между Карским и Восточно-Сибирским морями. Пространственно МЛ расположено между полуостровом Таймыр, архипелагом Северная Земля на западе и Новосибирскими островами на востоке. Северная граница проведена по прямой от мыса Молотова до самой северной точки острова Котельный. Площадь поверхности моря составляет 672 тыс. км² (Рисунок 2.1) [77, 78].



Рисунок 2.1 – Расположение моря Лаптевых на карте [77]

В МЛ находится несколько десятков островов, большая их часть сконцентрирована в западной части моря (острова Комсомольской правды, Вилькицкого, остров Старокадомский и др.). Береговая линия МЛ является достаточно изрезанной. Вдоль побережья можно встретить многочисленные бухты, заливы, мысы и полуострова (губа Буор-Хая, бухта Кожевникова, полуостров Нордвик и т.д.).

Море Лаптевых является самым мелководным морем Арктического бассейна. Оно преимущественно расположено в зоне шельфа, поэтому 53% всей площади занимают глубины до 50 м. До горизонтали 76° с.ш. доминируют

глубины, не превышающие 25 м. По направлению к северу наблюдается резкий переход от шельфовой зоны к материковому склону и, далее, к ложе океана с глубинами более 2000 м (22% площади моря). Ложе океана представлено желобом Садко, за которым следует котловина Нансена – самая глубокая часть МЛ (максимальная глубина: -3385 м).

МЛ более всех арктических морей удалено от вод Тихого и Атлантического океанов, что обосновывает климатическую суровость Лаптевоморского полигона. Климат – арктический континентальный. Основную часть года (9 – 11 месяцев в зависимости от широтного положения) температура воздуха отрицательна. Средняя температура января варьируется от -31 до -34°C. Абсолютный зафиксированный минимум составляет -50°C. Для зимы типичны очень суровые метеорологические явления – шквалистые ветра, метели, снежные бури. Однако, из-за преобладания антициклонного режима, для МЛ также характерна ясная погода. В июле температура поднимается выше +4°C. На побережье МЛ близ Тикси зафиксирован абсолютный максимум +32,7°C. Снег и туманы – частые явления для летнего времени года в регионе.

Зимой на МЛ воздействуют три атмосферных центра: Сибирский антициклон (Ю-В часть МЛ), Полярный максимум (северная часть) и Исландский минимум (западная часть). Однако, доминирующим является Сибирский антициклон, поэтому преимущественно зимой дуют Ю и Ю-З ветра со средней скоростью 8 м/с. В конце зимы влияние Сибирского антициклона сводится к нулю, что ведет к господству штиля весной. В летнее время преобладают слабые северные ветра (3 – 4 м/с).

В МЛ впадают несколько крупных рек. Самыми крупными являются: р. Лена (речной сток $\approx 515 \text{ км}^3$), р. Хатанга ($\approx 100 \text{ км}^3$) и р. Яна (более 30 км^3). 90 % речного стока приходится на летний период. Пресная вода, в зависимости от ее количества, по-разному распространяется в море. Речной сток направляется или к северу-востоку, или уходит далеко на восток, вплоть до вод Восточно-Сибирского моря. По величине морского стока ($\approx 730 \text{ км}^3$) МЛ занимает второе место в мире после Карского моря.

Соленость морской воды колеблется от 34 ‰ на СЗ МЛ до 20 ‰ в южной части. Из-за повышающегося речного стока в летнее время, соленость морской воды достигает 10 ‰ близ устьев рек. Помимо речного стока, сильное влияние на опреснение морской воды оказывает таяние льда и сокращение ледового покрова. Кумулятивный эффект речного стока и таяния льда формирует на поверхности моря 135 см слой пресной воды [77, 78].

Течения в пределах поверхностного слоя МЛ имеют циклонический характер, то есть движутся против часовой стрелки.

Суровые климатические условия обеспечивают стабильный ледовый покров основной площади МЛ. Развитию льда благоприятствуют низкая соленость морских вод и доминирующая мелководность МЛ. Море Лаптевых – максимальный продуцент льда среди арктических морей. Оно производит больше морского льда, чем Карское, Баренцево и Восточно-Сибирское моря вместе взятые.

Степень химического загрязнения вод МЛ не значительна. Однако МЛ является реципиентом загрязняющих веществ многочисленных заводов и горнодобывающих предприятия, находящихся по берегам рек Лена, Яна и Анабар. Также свой вклад в экологический урон территории

Ещё один крупный источник загрязнения – затонувшая и плавучая разлагающаяся древесина, оказавшаяся в воде в результате десятилетий постоянно осуществляемого лесосплава. Как итог, концентрация именно фенолов в море Лаптевых является наивысшей среди всех арктических водных бассейнов [77, 78].

2.2 Геолого-геофизическая изученность

Район исследований – шельф моря Лаптевых – является объектом активных поисково-разведочных работ.

В конце 1950-х началось постепенное освоение моря Лаптевых с поверхностных геохимических исследований проб донных осадков данного региона. Густота пробоотбора была максимальной в приленской (губа Буор-

Хая) и юго-восточной частях шельфа МЛ. Сейсморазведку в акватории моря Лаптевых начали проводить с 1970-х годов. Сейсмические исследования региона включают следующие методы: МОВЗ, КМПВ, КМПВ-ГСЗ, сейсмоакустическое профилирование и МОВ ОГТ [27, 33].

Комплексные геофизические исследования на шельфе моря Лаптевых проводились такими организациями, как АО «Росгеология» (АО «Южморгеология», ОАО «СМНГ») и ОАО «МАГЭ». К настоящему времени на шельфе моря Лаптевых отработано около 68 тыс. сейсмопрофилей 2D в комплексе с грави- и магниторазведкой. Средняя плотность сейсмической изученности акватории составляет 0,15 км/км² (Рисунок 2.2). Глубокого бурения на шельфе моря Лаптевых не проводилось.

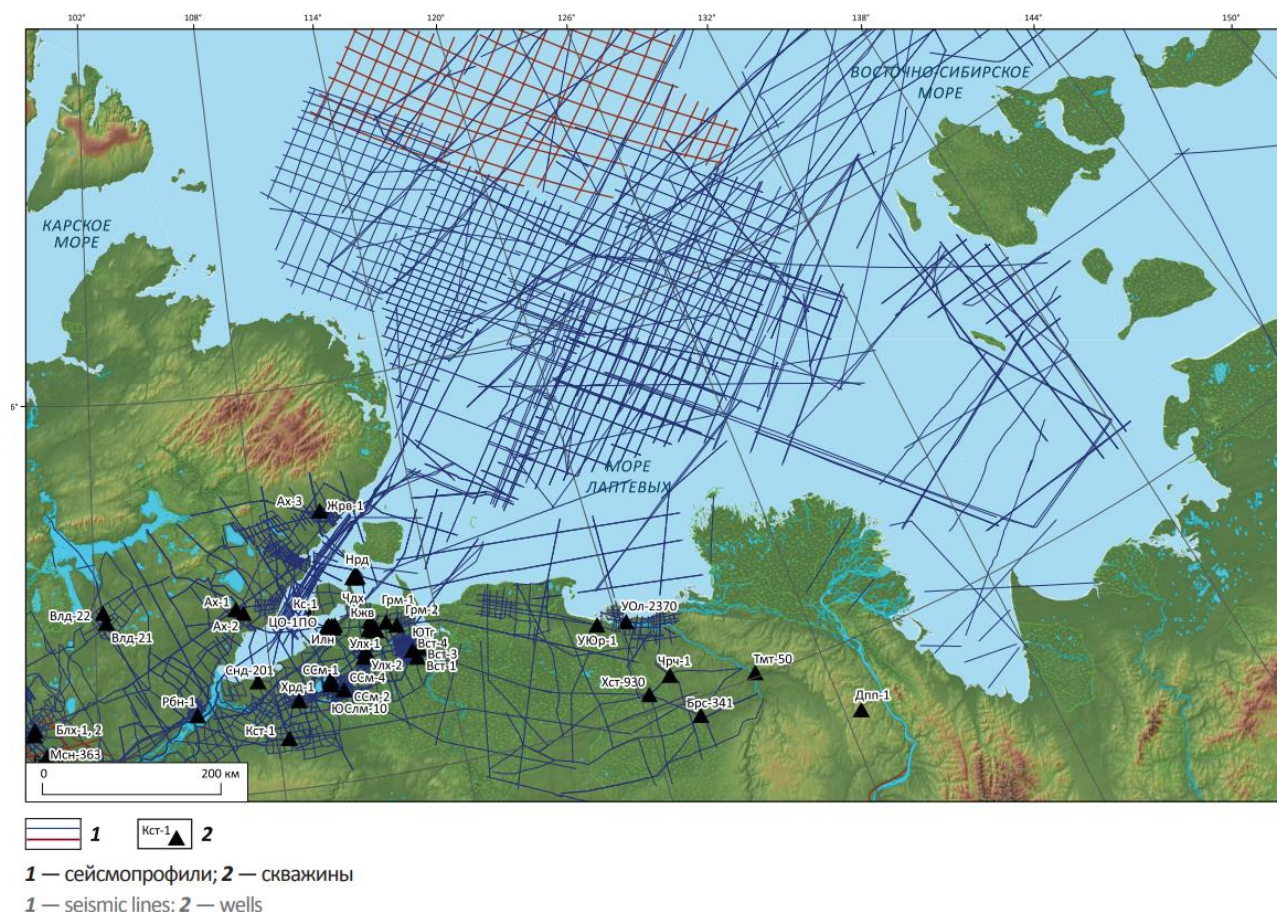


Рисунок 2.2 – Схема изученности глубоким бурением и сейсморазведкой северной части Сибирской платформы и шельфа моря Лаптевых по состоянию на 01.01.2019 г [33].

В 1993 году на шельфе МЛ Федеральным институтом геологии и природных ресурсов Германии было отработано 11800 пог. км профилей. По результатам работ выделили Лаптевоморский рифт, включающий в себя Усть-Ленский рифт, Лаптевский горст, Анисинский бассейн, Котельный горст и Новосибирский бассейн. В Усть-Ленском рифте мощность осадочного чехла составляет 3-13 км. Выделен крупный разлом Лазарева между Усть-Ленским рифтом и Лаптевским горстом.

До 2000 года Государственная геологическая карта имелась только на островах Котельный и Бельковский (масштаб 1:200 000). Только в 2001 году на основе исключительно геофизических данных была составлена геологическая карта всего МЛ масштаба 1:1 000 000.

Коллектив «ВНИИОкеангеология» в 2005 году провел комплексную работу по нефтегазогеологическому районированию шельфа морей Восточной Арктики с целью выделения перспективных зон нефтегазонакопления. В этой работе сделана попытка решить вопросы тектонического и нефтегазогеологического районирования всего восточно-арктического сектора шельфа Российской Арктики, исходя из представлений о разновозрастности фундамента различных районов этой обширной области, в том числе и моря Лаптевых.

В 2009–2018 гг. за счет средств федерального бюджета отработано около 33 тыс. км сейсмопрофилей 2D.

Геолого-геофизические материалы, полученные в результате работ, имеют удовлетворительное качество и позволяют решить поставленные геологические задачи, однако качество сейсмических работ на мелководье существенно ниже, чем на глубоководных участках.

Сейсморазведочные работы 3D на шельфе моря Лаптевых не проводились. В 2017 г. ПАО «НК «Роснефть» пробурило скважину с берега п-ова Хара-Тумус в море, остальное бурение с 1934 г. осуществляется на прилегающей суше.

Отсутствие глубокого бурения на акватории МЛ не позволяет уверенно датировать отражающие горизонты и выдвинуть единую версию геологического строения региона. Вопрос тектоники и стратиграфии отложений моря Лаптевых – достаточно дискуссионный. Существуют несколько вариантов адекватных моделей геологического строения региона, базирующихся на различных представлениях о происхождении, возрасте и пространственном соотношении главных структурных элементов фундамента и осадочного чехла шельфа [30].

2.3 Стратиграфия

В настоящее время отсутствует единое мнение о возрастном диапазоне осадочного выполнения и природе фундамента южной части моря Лаптевых.

Относительно возраста фундамента и стратиграфической полноты осадочного чехла на шельфе МЛ существует две основные точки зрения.

1. Весь шельф моря Лаптевых подстилает позднекиммерийский складчатый фундамент (мезозойские структуры Верхоянья и Таймыра), осадочный чехол имеет апт-кайнозойский возраст (С.С. Драчев, В.А. Виноградов, Т.А. Андиева, Э.В. Шипилов, Г.А. Заварзина, С.И. Шкарубо).

2. Западную и центральную шельфа МЛ подстилает докембрийский фундамент, развит верхнерифей-кайнозойский чехол. В восточной части моря Лаптевых залегает позднекиммерийский складчатый фундамент, чехол образуют апт-кайнозойские отложения (И.С. Грамберг, Д.В. Лазуркин, Ю.Е. Погребницкий и др.) [33].

В составе **пермско-кайнозойского осадочного чехла** выделяются три терригенных комплекса: пермско-нижнемеловой, верхнеаптско-кайнозойский и верхнемиоцен-четвертичный (Рисунок 2.3).

Терригенные отложения пермско-нижнемелового комплекса представлены переслаиванием глин, аргиллитов, алевролитов и песчаников, накапливались в условиях нарастающего погружения северо-восточной окраины Сибири, начавшегося в перми и резко усилившегося в мезозое. В

пермской части этого комплекса возможно также присутствие субугленосных пачек пород, в нижнетриасовой – туфов, туфопесчаников и маломощных линзовидных тел базальтов, в юрско-аптской – пачек битуминозных аргиллитов с прослоями известняков и доломитов.

Следующий терригенный комплекс осадочного чехла – **среднемеловой (конец апта) –кайнозойский** – имеет рифтогенную природу. Его формирование осуществлялось в две фазы: аптско-верхнемеловую и позднепалеоцен-среднемиоценовую. Первая фаза была связана с позднемезозойскими процессами образования впадин Американо-Евразийского бассейна, вторая – с раскрытием Евразийского бассейна [30].

хребтом Гаккеля, в результате чего она превратилась в торцевую окраину с характерным структурным планом и литолого-фациальным составом отложений.

Рифтогенный комплекс покрывает почти всю площадь Лаптевского шельфа. Наибольших мощностей он достигает в Усть-Ленской (7–12 км) и Бельковско-Святоносской (6–8 км) рифтовых зонах. Меловые отложения комплекса, соответствующие первой фазе рифтогенеза, образуют верхнюю угленосную молассу, накопившуюся в континентальной и прибрежной обстановках за счет разрушения складчатых сооружений поздних киммерид.

Палеоген-среднемиоценовые терригенные отложения отвечают второй фазе рифтогенеза. Их характерной чертой является переслаивание песчаных, алевролитовых, глинистых и угленосных пачек с локальным присутствием пластов диатомитов и опок, весьма частых в северных широтах. Палеоген-среднемиоценовые отложения накапливались в рифтовых долинах, в которых располагались русла и дельты рек, периодически заливавшиеся морем, мощность отложений варьирует от 0,6 до 5,5 км. Меловые и палеогеновые отложения разделены размывом и корой выветривания, которая сохранилась во впадинах на о-вах Большой и Малый Ляховский, Земля Бунге.

Верхнемиоцен-четвертичный комплекс, плащом перекрывающий нижележащие отложения, сложен двумя терригенными толщами, среднемиоцен-плиоценовой и четвертичной, представленными морскими и прибрежно-морскими песчано-глинистыми и глинистыми отложениями. Граница между толщами обозначена перерывом в осадконакоплении. Мощность нижней толщи – 0,2–1,3 км, верхней – 0,2–0,5 км. Мощность нижней толщи – 0,2–1,3 км, верхней – 0,2–0,5 км [30, 36].

Сейсморазведчики Института природных ресурсов Германии (К. Hinz, D. Franke, G. Delisle и др.) датируют кайнозоем осадочный чехол на всей площади Лаптевского шельфа [30].

2.4 Тектоника

Лаптевоморский регион имеет особенное тектоническое положение, находящееся на сочленении крупнейших структурных элементов: Сибирского кратона, Центрально-Таймырского аккреционного пояса, ветвей Верхояно-Чукотской покровно-складчатой системы и хребта Гаккеля. Геологического строение Лаптевского шельфа представлено рифтогенной структурой террасированных грабенов и горстов, испытавших сдвиговые деформации. Таким образом, шельф моря Лаптевых имеет очень сложное геологическое строение [33, 36].

Особенности геологического строения Лаптевского шельфа обусловлены рифтогенной структурой террасированных грабенов и горстов северо-западного простирания, испытавших сдвиговые деформации северо-восточного направления. На сейсмогеологическом разрезе с юго-запада на северо-восток вдоль профилей МАГЭ (Рисунок 2.4) прослежены главные структуры шельфа: Южно-Лаптевский прогиб, Усть-Лаптевский рифт и Восточно-Лаптевский горст, разделенные Восточно-Лаптевским горстом. В состав осадочного чехла входят три главных сейсмостратиграфических подразделения, соответствующих мел–палеоцену, эоцену–среднему миоцену и верхнему миоцену–квартеру [30].

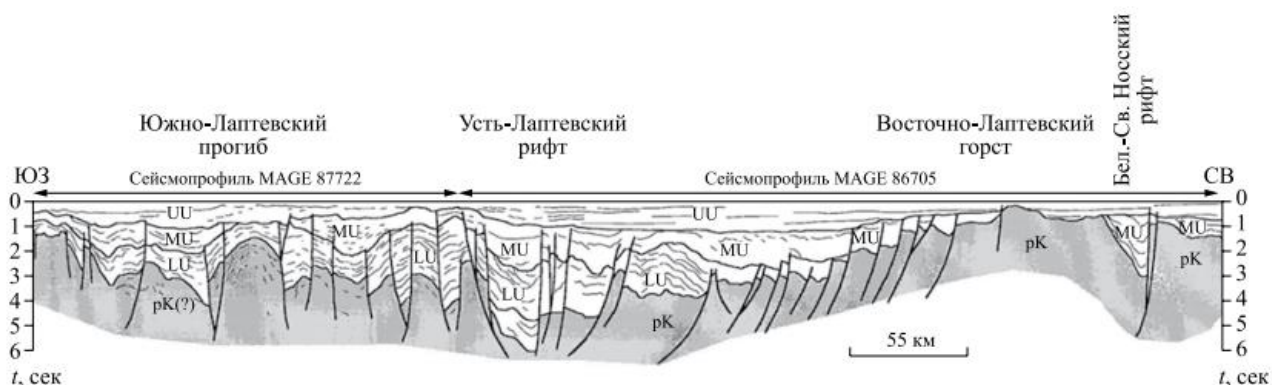


Рисунок 2.4 - Сейсмогеологический разрез рифтовой системы Лаптевского шельфа вдоль профилей 87722 и 86705. LU, MU и UU – нижний (мел–палеоцен), средний (эоцен–средний миоцен) и верхний (верхний миоцен–квартер) сейсмокомплексы [30]

На Лаптевском шельфе установлены две фазы рифтогенеза – аптско-позднемеловая и кайнозойская (поздний палеоцен-средний миоцен).

Природа фундамента Лаптевского шельфа окончательно не установлена. Существуют различные представления о возрасте фундамента и осадочного чехла, которые можно сгруппировать в две главные концепции.

Согласно концепции Грамберга и Евдокимовой, Сибирский кратон продолжается на шельф, вследствие чего в западной части последнего рифейско-фанерозойский осадочный чехол залегает на докембрийском фундаменте. В приподнятой восточной части шельфа грабен-рифты заполнены осадочными толщами среднемелового-четвертичного возраста, а фундамент образуют поздние киммериды складчатого Верхоянья.

Согласно концепции Андиева и Драчева, фундамент практически всего шельфа образуют мезозойские структуры Верхоянья, их перекрывают аптско-кайнозойские толщи осадочного чехла.

С позиции плитной тектоники формирование структуры Лаптевоморской плиты началось в конце палеозоя в результате сочленения Сибирского кратона с рядом террейнов, объединившихся в составе суперконтинента Пангея. На широком шельфе северной окраины суперконтинента накапливались терригенные осадки большой мощности. В среднем мелу они подверглись тектоническим деформациям и гранитоидному вулканизму вследствие коллизионных событий, связанных с образованием Верхоянно-Чукотской покровно-складчатой системы. Лено-Таймырские краевые поднятия поздних киммерид, расположенные на юге Лаптевского шельфа и протянувшиеся от северной оконечности Таймыра через устье Лены до залива Буор-Хая, представляют собой коллизионные структуры Верхоянского складчатого пояса. В строении осадочного чехла шельфа на сейсмопрофилях прослежены деформации разной степени сложности и наряду с коллизионными структурами отмечаются участки со спокойным, практически платформенным залеганием отложений верхоянского комплекса, датируемого верхним палеозоем-нижним мелом. Позднемеловой рифтинг и последовавший за ним кайнозойский

спрединг Северной Атлантики и Западной Арктики привели к формированию обширной рифтовой системы торцевой Лаптевоморской плиты с Усть-Ленским и Бельковско-Святоносским рифтами.

Таким образом, сложная тектоника Лаптевского шельфа возникла как результат последовательного действия ряда событий, главными из которых были пространственные взаимоотношения Сибирского кратона с древними террейнами в конце палеозоя – раннем мелу, среднемеловая складчатость и позднемеловой-кайнозойский рифтогенез.

Отсутствие бурения и, следовательно, достоверных данных о геологии и нефтегазоносности Лаптевского шельфа требует использования для сравнения материалов по более полно изученным акваториям и территориям Арктики. В этом отношении исключительно полезными являются данные по соседнему материковому и островному обрамлению, где выявлены главные геологические особенности строения и нефтегазоносности рифейско-мезозойских отложений [30, 36].

2.5 Нефтегазогеологическое районирование

Лаптевоморский регион по нефтегазогеологическому районированию выделяется в самостоятельную перспективную нефтегазоносную область. В его пределах находятся ряд крупных структур I и II порядка: Хатангская впадина, Лено-Анабарская моноклиза, Оленекская складчатая ветвь с ее шельфовым продолжением, Юго-Западный прогиб, Усть-Ленский и Бельковско-Святоносский грабен-рифты. Для каждой структуры характерны свои особенности, определяющие состав и катагенез НГМП, архитектуру, коллекторские свойства залежей и резервуара в целом, а также фазовый состав сгенерированных УВ [33].

Рядом прогнозно-поисковых работ была доказана перспективность нефтегазоносности шельфовой и прибрежной зон моря Лаптевых. Прямые признаки продуктивности были зафиксированы в Анабаро-Ленской зоне.

Помимо этого, в разрезе южной части Лаптевоморского полигона широко проявлено развитие галогенеза, соляно-купольной тектоники. Перспектив добавляют мощные палеодельтовые комплексы, развитые в регионе.

Бурение на шельфе моря Лаптевых не проводилось, однако суммарно на побережье было пробурено 75 скважин, которые вскрыли осадочный разрез до нижнего мела. В результате бурения были открыты несколько мелких залежей нефти в пермских отложениях. Зафиксированы пленки и эмульсии нефти. Скопление высоковязких нефтей и битумов были установлены в пределах полуострова Урюнг-Тумус в отложениях юры.

На данный момент наибольший интерес притягивается к Хатангскому району, где наиболее перспективными в нефтегазоносном отношении являются антиклинальные структуры третьего порядка, связанные с соляными куполами и штоками. Они широко распространены на прилегающей к заливу суше и в самом заливе, к ним приурочены уже открытые в пермско-триасовых отложениях месторождения в Сопочном, Кожевниковском, Ильинском и Нордвикском районах. Значительные ресурсы предполагаются в группе Осиновских структур, близко расположенных к Анабарской антеклизе.

На акватории Хатанского залива по заказу компании «Роснефть» были проделаны комплексные газо-геохимические исследования донных осадков. В результате работ были зафиксированы четыре полигона, характеризующиеся аномалиями по содержанию газообразных и жидких УВ (Рисунок 2.5).

Выделенные аномалии совпадают с перспективными нефтегазоносными зонами, выделенными по методике ГОНГ (гравиметрическое обнаружение и оконтуривание залежей нефти и газа). Геохимическим аномалиям соответствуют локальные участки разуплотнения в осадочной толще, выделенные по данным гравимагнитной съемки, часть из них совпадают с прямыми проявлениями глубинных газообразных и жидких УВ-флюидов в донных осадках.

На акватории выделено пять станций с микропроявлениями жидких УВ-флюидов (станции 2, 12, 20, 31, 33); две станции – с естественным выходом

углеводородных газов (станции 13, 38). Точечные микропросачивания жидких и газообразных УВ-флюидов, как правило, приурочены к глубинным разломам (Рисунок 2.5). Геохимические исследования показывают высокую перспективность на нефть и газ акватории Хатангского залива.

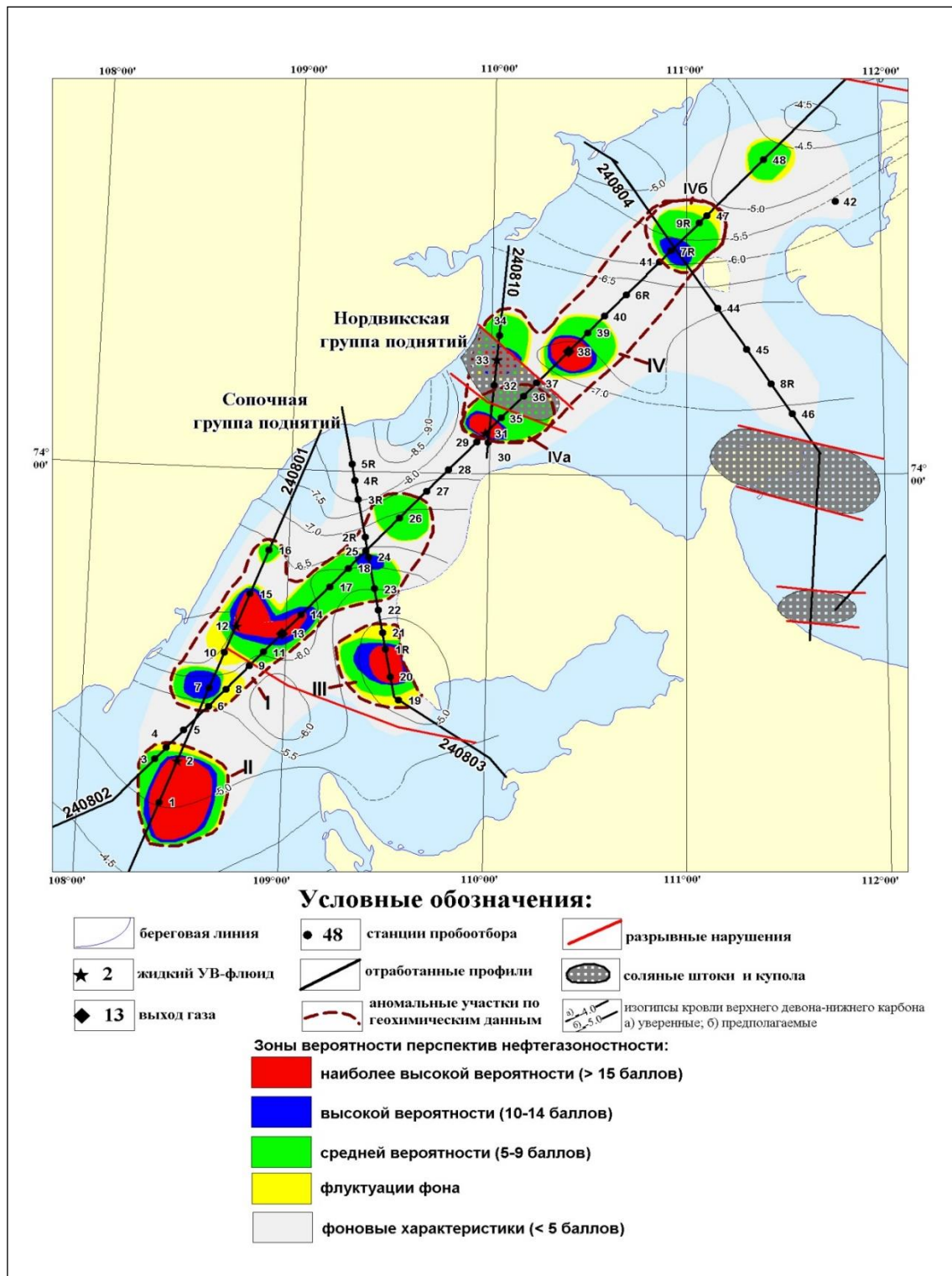


Рисунок 2.5 – Схема районирования вероятности перспектив нефтегазоносности Хатангского залива (море Лаптевых) по геохимическим данным [34]

В июне 2017 компанией «Роснефть» была пробурена скважина «Центрально-Ольгинская-1», глубиной 5523 м, по результатам бурения которой было открыто новое крупное нефтяное месторождение в терригенных породах пермского возраста. Найденная нефть обладает высокими качествами: легкая и малосернистая. Извлекаемые запасы месторождения по категории C_1+C_2 составляют более 80 млн тонн нефти. Геологические запасы оцениваются в 298 млн тонн нефти [73].

В настоящий момент Компания продолжает бурение на «Центрально-Ольгинской-1» - первой скважины на шельфе Восточной Арктики для изучения геологического строения, поиска новых залежей углеводородов и определения дальнейшей стратегии поисковых работ [73]. Лицензионные участки ОАО НК «Роснефть» на шельфе морей Восточной Арктики представлена на рисунке 2.6.

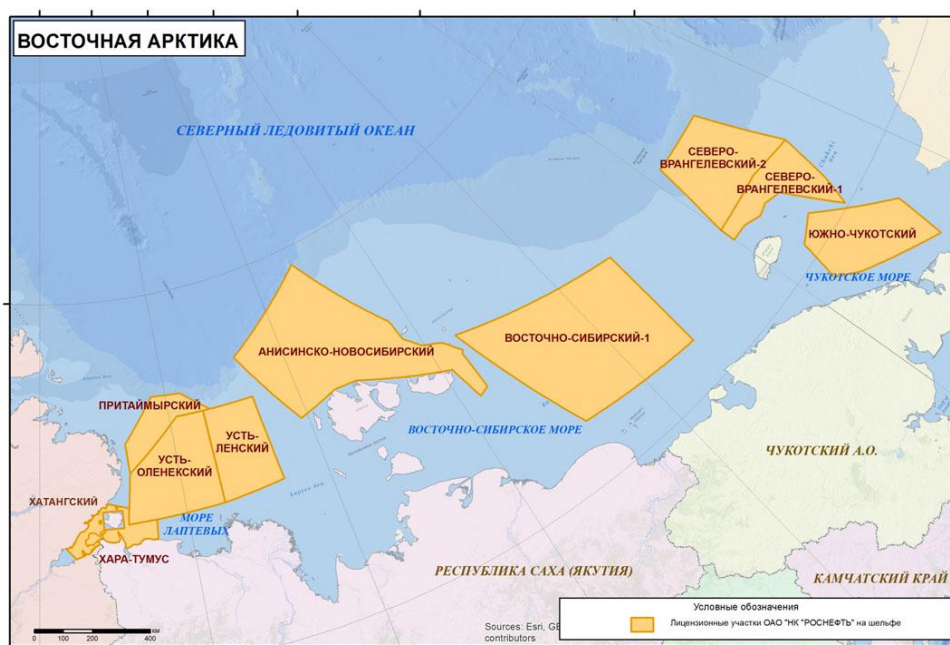


Рисунок 2.6 – Лицензионные участки ОАО НК «Роснефть» на шельфе морей Восточной Арктики [73]

В то же время на Восточно-Таймырском лицензионном участке на п-ове Таймыр ПАО «ЛУКОЙЛ» пробурило скв. Журавлиную с забоем 5750 м.

Основная часть разреза представлена плотными карбонатно-терригенными отложениями среднего и позднего карбона с силлами долеритов. Залежей УВ не выявлено вследствие отсутствия коллекторов.

Помимо Хатангского залива, в море Лаптевых выявлено ещё несколько перспективных участков.

В пределах Лено-Анабарской моноклизы наибольший интерес представляют отложения перми, кембрия, венда и рифея. Пермские объекты связаны с поднятиями и зонами выклинивания песчаных коллекторов, залегающих на кембрийских породах. В пермских битумах Оленекского поля, распространяющегося на 50 и более километров на север, была обнаружена жидкая нефть, что дает основание предполагать ее существование во внутренних районах моноклизы, где пермские отложения перекрыты мезозойскими. На примыкающей к Анабарской антеклизе и Оленекскому своду территории нефть и битумы могли накопиться в рифейских, вендских и кембрийских отложениях.

Отличительной чертой осадконакопления в пределах Лено-Анабарской моноклизы является длительный, сопровождающийся разрывом перерыв между кембрием и пермью, который мог негативно сказаться на сохранности древних залежей и затормозить процессы нефтегазообразования в местах первоначально неглубокого залегания рифейско-кембрийских отложений. Неясным остается вопрос, могли ли эти процессы возобновиться или даже начаться, спустя как минимум 250 млн лет после того, как древние толщи были перекрыты пермско-мезозойскими отложениями. Если принять одну из точек зрения о генезисе Оленекских битумов, согласно которой в их образовании принимало участие ОВ и кембрийских, и пермских отложений, то вполне вероятно, что возобновление этих процессов имело место. Более определенный ответ будет получен после вскрытия бурением рифейско-кембрийских отложений в северных, отдаленных от Оленекского свода районах моноклизы.

Оленекская складчатая зона и ее шельфовое продолжение в виде погребенных выступов краевых поднятий играют значительную роль при оценке перспектив нефтегазоносности прибрежной части моря Лаптевых.

Вряд ли палеозойские породы, составляющие ядра поднятий и претерпевшие динамокатагенетические изменения, сохранили свой углеводородный потенциал. В разделяющих их небольших впадинах и прогибах, а также в Юго-Западном прогибе в пермских и мезозойских отложениях возникали очаги генерации, из которых УВ мигрировали на склоны, а возможно, и их облекаемые осадками своды. Основанием для такого предположения послужили приводившиеся выше данные о результатах изучения пробуренных скважин и обнажений Оленекской складчатой зоны, в мезозойских отложениях которой обнаружены НГМТ хорошего качества и небольшие битумопроявления. УВ могут концентрироваться в структурных, литологических, стратиграфических и тектонически экранированных ловушках.

В рифтовой системе шельфа, состоящей из Усть-Ленских и Бельковско-Святоносских грабен-горстов, нефтегазоносность прогнозируется в среднемеловых-кайнозойских отложениях, в которых присутствуют ГМТ, НГМТ и гранулярные коллектора с оптимальными фильтрационно-емкостными свойствами. В зонах, где пермско-нижнемеловые отложения не подверглись значительным позднекиммерийским дислокациям, происходил дополнительный весьма существенный подток УВ, перемещавшихся по трещинам разломов в верхние горизонты. Они аккумулировались в антиклинальных, литолого-стратиграфических часто высокоамплитудных ловушках на террасированных склонах грабен-горстовых структур.

В Бельковско-Святоносских грабен-рифтах УВ могли поступать также из слабодислоцированных девонских и каменноугольных отложений при неглубоком их залегании на склонах. Возможные зоны нефтегазонакопления имеют линейный характер и по простиранию совпадают с субмеридиональной и северо-западной направленностью общей структуры.

В нефтегазоносном Лаптевоморском регионе в фазовом составе нафтидов, кроме газов, заметную роль должны играть нефти. На суше и в прибрежной части шельфа их образование обусловлено наличием качественных НМТ рифейско-фанерозойского чехла Сибирского кратона. На остальной части шельфа в залежах также возможно присутствие нефти, поскольку в среднемеловых-кайнозойских отложениях предполагаются не только ГМТ, но и НГМТ. В этом состоит еще одна важная особенность региона, углеводородный потенциал которого будет прирастать по мере освоения шельфа [31].

В РZ и МZ отложениях содержатся до 85 % ресурсов нефти и газа. Что же касается КZ отложений, то считается, что на их долю приходится лишь до 15 % ресурсов нефти и газа.

По последним оценкам прогнозные ресурсы определяются около 8 700 млн т, из них более 70 % приходится на нефть [26].

Косвенные признаки нефтегазоносности: геохимические аномалии

К косвенным признакам нефтегазоносности относятся высокие концентрации метана и его гомологов в донных осадках. Предполагается, что данные УВ мигрировали из залежей на поверхность. Аномалии УВ-газов в водной толще соответствуют глубинным разломам, зонам разуплотнения, трещиноватости, разломным зонам повышенной проницаемости в осадочной толще, которые являются каналами миграции газов [34].

Усиливает теорию глубинной миграции яркое проявление аутигенного или диагенетического минералообразования – сульфидов, карбонатов, гипса – в зонах зафиксированного глубинного подтока газов. Считается, что наличие УВ-флюидов катализирует образование аутигенных карбонатов.

Однако во многих исследованиях наличие метана и его гомологов связывают с деградацией подводной мерзлоты, с диссоциацией метангидратов, генезис которых является открытым и дискуссионным вопросом.

Тем не менее, выявленные аномалии являются косвенными индикаторами наличия нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений в недрах Лаптевоморской перспективного нефтегазоносного бассейна.

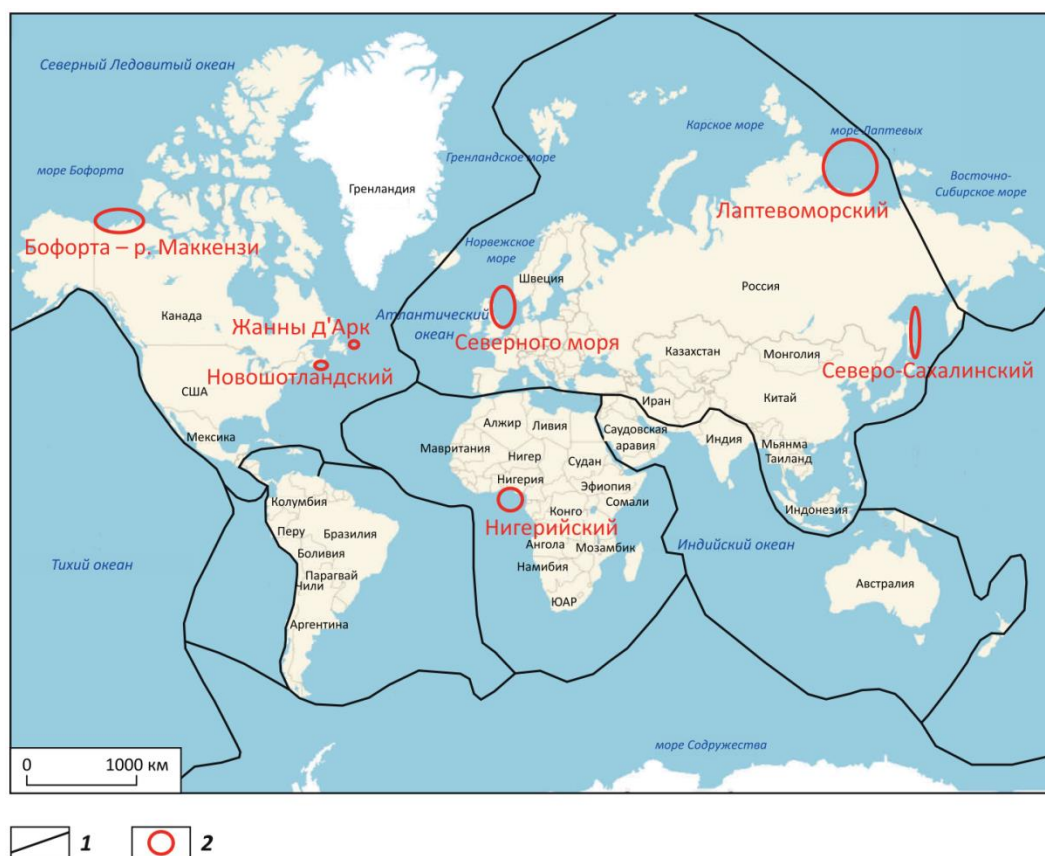
Косвенные признаки нефтегазоносности: нефтематеринские толщи

По данным изучения керн со скважин, пробуренных на побережье моря Лаптевых, был произведен поиск НГМП и оценка их генерационного потенциала на основе данных ТОС (Total organic carbon – C_{org}), типа керогена и степени катагенеза ОВ. По итогу работы было выявлено несколько НГМ свит с ОВ преимущественно сапропелевого типа (породы протерозойского и нижнепалеозойского возраста), а также гумусо-сапропелевого генезиса (верхний палеозой – мезозой). Предполагается, что нефтематеринские породы раннетриасового возраста – основная нефтематеринская толща акватории [34]. Основная газогенерирующая порода имеет меловой возраст.

Таким образом, в северной части Сибирской платформы выявлены несколько этапов/этажей УВ-генерации. Но вопрос пространственного распространения этих толщ остается нерешенным. Имеющиеся геолого-геохимические предпосылки перспективности краевых структур северо-востока Сибирской платформы позволяют рассчитывать на открытие нефтяных и газовых месторождений в достаточно широком стратиграфическом диапазоне.

Косвенные признаки нефтегазоносности: аналоги

Метод геологических аналогий (МГА) и объемно-статистический метод (ОСМ) применимы для оценки ресурсного потенциала Лаптевоморского бассейна. Шельф МЛ представляет собой окраинно-шельфовый осадочный бассейн пассивной окраины Евразийского континента. Его аналогами являются: Северное море, нефтегазоносный бассейны Бофорта-Маккензи, Нигерийский, Жанны д'Арк и Новошотландский (Рисунок 2.7). Они также являются бассейнами континентальных окраин и отличаются сильной изменчивостью осадочного чехла и клиноформной конфигурацией. Наибольшая степень сходства моря Лаптевых с Северным морем (сопоставимые разрезы, возраст продуктивных горизонтов). Коэффициент аналогии между ними принят за единицу [30, 33].



1 — границы литосферных плит; 2 — НГБ

Рисунок 2.7 – Вероятные аналоги моря Лаптевых [33]

На основе проведенных комплексных геолого-геофизических работ на шельфе МЛ выявлено 54 перспективных объекта. В пределах многообещающего палеоцен-эоценового нефтегазоносного комплекса сосредоточены наиболее крупные выявленные структуры (Солнечные-2, 3, Западно-Лаптевская-1 и Северо-Лаптевская-1) (Рисунок 2.8).

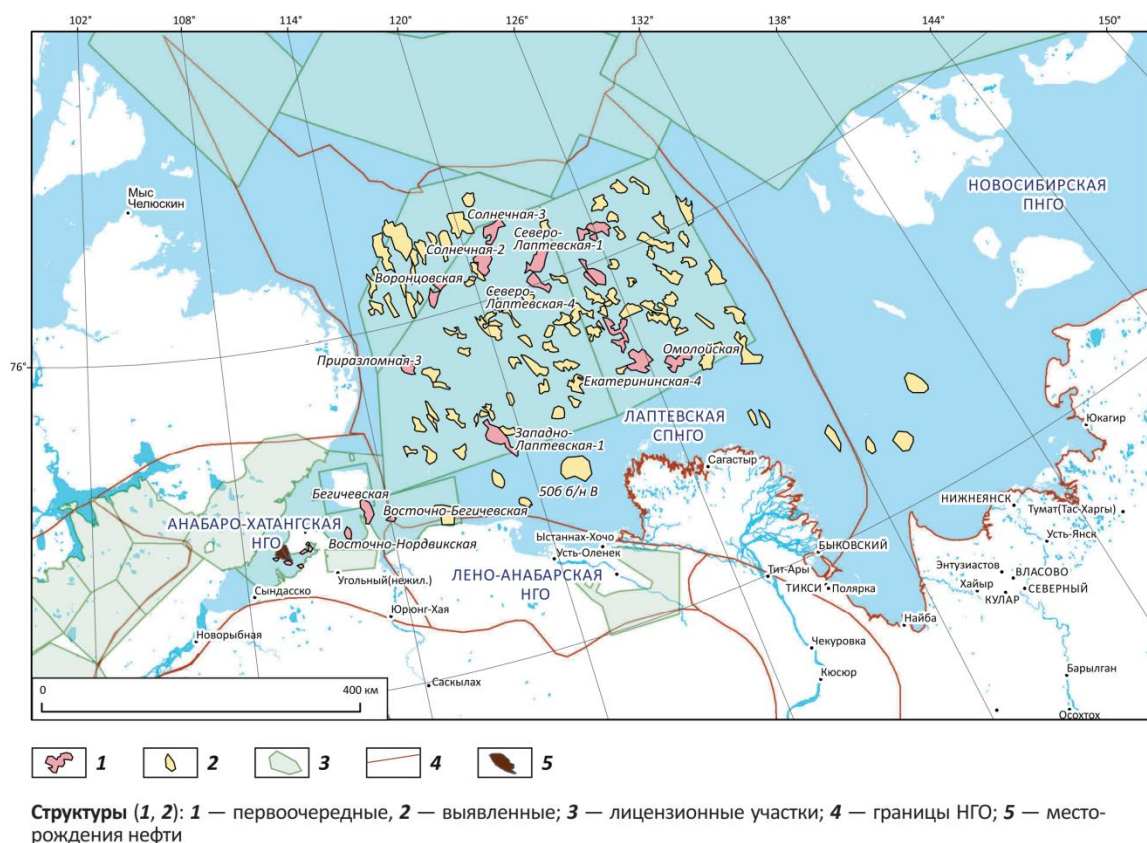


Рисунок 2.8 – Схема размещения выявленных нефтегазоперспективных объектов на шельфе моря Лаптевых [33]

Оценка ресурсного потенциала шельфа МЛ производилась неоднократно, в основном, с основой на МГА с бассейном-аналогом морем Бофорта – дельты реки Маккензи. Вариация оцененных ресурсов по годам и организациям представлена на рисунке 2.9.

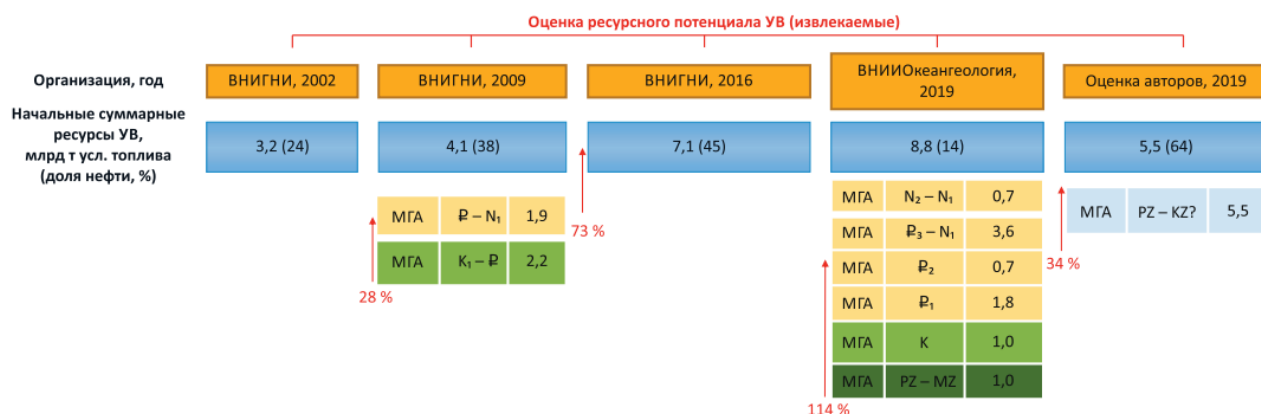


Рисунок 2.9 – Сопоставление оценок ресурсного потенциала шельфа МЛ (оценка авторов – МГА с Северным морем, Скворцов М.В., 2020) [33]

Что касается сравнительной характеристики море Лаптевых в ряду других арктических морей по начальным ресурсам УВ, то оно занимает предпоследнее место. Лидерами являются: Карское, Баренцеви и Печорское моря. Более подробное распределение представлено на Рисунке 2.10.

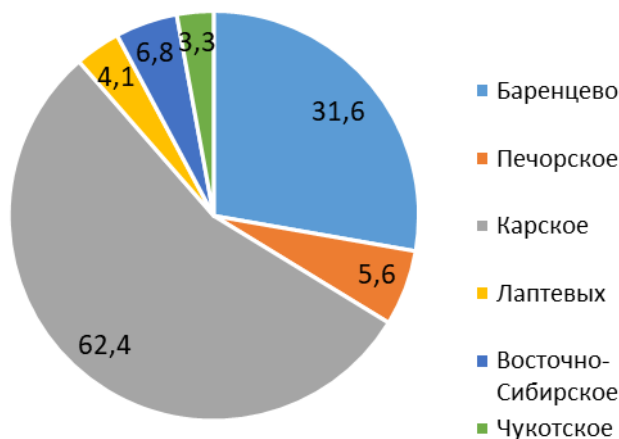


Рисунок 2.10 – Начальные суммарные ресурсы УВ морей
(всего 113,8 млрд т усл. топлива) [33]

По типу флюида по состоянию на 2009 год, в МЛ доминирующим флюидом является свободный газ. Однако, вклад нефти не настолько низок (Рисунок 2.11).

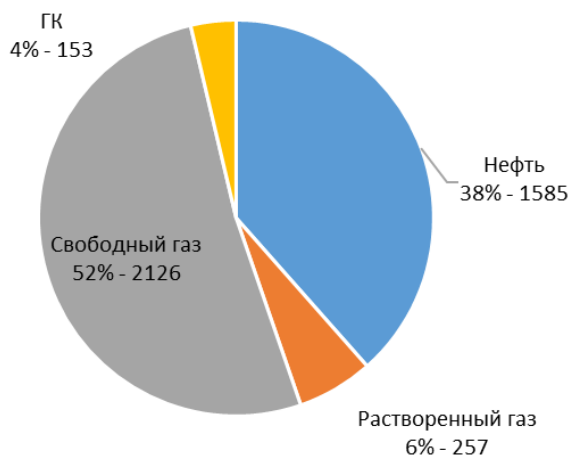


Рисунок 2.11 – Распределение типов флюидов на шельфе МЛ
(всего 4121 млн т. усл. т.) [33]

Резюмируя, можно отметить, что нефтегазоносность шельфа МЛ оценена весьма условно. Неясность вносит вопрос о стратиграфии осадочного чехла на шельфе. Необходимо провести параметрическое бурение, которое даст ответ на

это актуальный вопрос, а также уточнит литологию и другие параметры, важные для адекватной оценки НГ потенциала.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСООБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объема работ

Цель дипломной работы – изучить особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности восточной части шельфа моря Лаптевых, исследовать свойства ОВ в поверхностных донных отложениях в контексте проведения геохимических поисковых работ на поиски скоплений углеводородов в акватории МЛ. Помимо прикладного аспекта и исследования имеется и важная фундаментальная роль по исследованию современного биогеохимического цикла углерода арктических морей в контексте реакции экосистемы на температурные изменения.

В работе анализируются 28 образцов донных осадков, отобранных в результате экспедиции на НИС «Академик Мстислав Келдыш» осенью 2018 года. Автор работы был задействован на этапе пробоподготовки (лабораторные работы) и интерпретации полученных данных (камеральный этап).

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: лабораторные и камеральные (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

| № п/п | Виды работ | Объем | | Условия производства работ | Вид оборудования |
|-------|---------------------|---------|--------|--|---|
| | | Ед.изм. | Кол-во | | |
| 1 | Лабораторные работы | проба | 28 | Пробоподготовка материала | Сушильный шкаф, фарфоровая ступка, пестик |
| | | проба | 28 | Гранулометрический анализ | Аппаратный комплекс SALD-7101 «Shimadzu» |
| | | проба | 28 | Пиролитический анализ | Rock Eval 6 Vinci Technologies |
| | | проба | 28 | Хромато-масс-спектрометрический анализ | SCION 435 GC TQ фирмы "Brurer" |
| 2 | Камеральные работы | | | Обработка данных, анализ материала | ПЭВМ |

5.1.1 Лабораторные работы

Лабораторно-аналитические исследования проводились с применением комплекса современных методов анализа в аккредитованной Международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей (221 аудитория 20 корпуса НИ ТПУ).

Работы выполнялись с использованием пиролитического метода Rock-Eval. Анализ проводился на приборе Rock Eval 6 компании Vinci Technologies. Гранулометрический состав был определен с помощью лазерной дифракции с применением аппаратного комплекса SALD-7101 («Shimadzu»). Для получения молекулярной композиции был задействован хроматомасс-спектрометр SCION 436 GC TQ фирмы "Bruker" с использованием кварцевой капиллярной колонки HP-5MS. Анализам были подвергнуты все 28 образцов.

5.1.2 Камеральные работы

Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории; изучение результатов анализов проб и их обобщение, интерпретация; расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

5.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-92 выпуск 7 «Лабораторные работы» (Сборник сметных норм, 1992). Из этих справочников взяты следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q * H_{\text{ВР}} * K$$

где: N – затраты времени, (бригада, смена на м.(ф.н.));

Q – объем работ, (м.(ф.н.));

H_{ВР} – норма времени из справочника сметных норм (бригада, смена);

К – коэффициент за ненормализованные условия.

Все работы были выполнены геологом и лаборантом. Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (Таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Расчет затрат времени и труда

| № п/п | Виды работ | Объем | | Норма времени по ССН (Н вр) | Коэф- ты (К) | Документ | Итого времени на объем (N) |
|--|---|-------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| | | Ед.изм | Кол- во (Q) | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1.1 | Пробоподготовка | проба | 28 | За 1 смену 7 проб | - | | 4 |
| 1.2 | Дробление | проба | 28 | 0,03 | | Табл. 8.2 ССН 92, вып.7 | 0,84 |
| 1.3 | Дезинтеграция и отмучивание глинистых частиц | проба | 28 | 0,14 | | Табл. 8.2 ССН 92, вып.7 | 3,92 |
| 1.4 | Взвешивание магнитной фракции | шлих (навеска) | 28 | 0,01 | | Табл. 8.3 ССН 92, вып.7 | 0,28 |
| 1.5 | Выделение магнитной фракции | фракция | 28 | 0,03 | | Табл. 8.3 ССН 92, вып.7 | 0,84 |
| 1.6 | Гранулометрический состав | проба | 28 | 0,04 | - | Табл. 7.1 ССН 92, вып.10 | 1,12 |
| 1.7 | Получение дифрактограмм для качественного фазового анализа | проба | 28 | 0,04 | - | Табл. 7.1 ССН 92, вып.7 | 1,12 |
| 1.8 | Исследование углеводородного состава отложений методом хромато-масс- спектрометрии, идентификация их, расчеты | проба | 28 | 1,51 | - | Табл. 7.1 ССН 92, вып.7 | 42,28 |
| 1.9 | Проверка (контроль) результатов анализов и сведения их в таблицы установленной формы | проба | 28 | 0,25 | - | Табл. 7.1 ССН 92, вып.7 | 7 |
| Итого на лабораторные исследования: 61,4 смен | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|----|------|---|-------------------------|------|
| 2.1 | Расчет кумулятивных кривых, коэффициента сортировки | проба | 28 | 0,05 | - | Табл. 7.1 ССН 92, вып.7 | 1,4 |
| 2.2 | Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ) | Масштаб работ 1:50000-1:25000 | 28 | 0,4 | - | Табл. 6.1 ССН, вып.1 | 11,2 |
| Итого на камеральные работы: 12,6 смен | | | | | | | |
| Итого на проведение всего комплекса работ: 74 смены | | | | | | | |

В месяце 23 смены, таким образом, все работы у геолога и лаборанта займут 3,22 месяца.

5.3 Расчет материальных затрат на лабораторные работы

В соответствии с пунктом 3 Методики ВПСН (Инструкция по составлению проектов, Ахмет В.А., 1993) стоимость лабораторных исследований составляет следующие виды затрат:

- основная заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- материалы;
- накладные расходы.

5.3.1 Расчет заработной платы

Расчет заработной платы осуществляется с учетом районного коэффициента, который для Томской области составляет 1,3. Рассчитывается для одного геолога и одного лаборанта при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне (Таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Основная заработная плата

| № п/п | Должность | Кол-во человек | Оклад за месяц, руб | Оклад за 3,22 мес., руб | Район. коэффициент (для Томска) | Итого зарплата, руб |
|----------|------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Геолог | 1 | 22100 | 71162 | 1,3 | 92510,6 |
| 2 | Лаборант | 1 | 16900 | 54418 | | 10743,4 |
| 3 | Итого по зарплате (за 3,22 месяца) | | | | | 163254,0 |

Таким образом, основная заработная плата для геолога и лаборанта в сумме составит 163254,0 рублей на время проведения работ.

5.3.2 Расчет страховых взносов в социальные внебюджетные фонды

Страховые отчисления в социальные внебюджетные фонды производятся согласно Федеральному закону от 19 декабря 2016 г. № 417-ФЗ “О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов” (ФЗ №417, 2016). На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30% (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Страховые отчисления в социальные внебюджетные фонды (за 3,22 месяца)

| № п/п | Вид отчисления | Общая сумма зарплаты, руб | Ставка отчисления (в%) | Сумма страховых взносов в государственные внебюджетные фонды, руб. |
|----------|--|------------------------------------|------------------------------|--|
| 1 | Пенсионный фонд | 163254,0 | 22 | 35915,88 |
| 2 | Фонд социального страхования | | 2,9 | 4734,37 |
| 3 | Фонд обязательного медицинского страхования | | 5,1 | 8325,95 |
| Итого: | | | 30 | 48976,2 |

Согласно полученным данным, сумма страховых взносов в государственные внебюджетные фонды составит 48976,2 рубля.

5.3.3 Расчет затрат на материалы

Перечень основного оборудования, применяемого при изготовлении прозрачных, согласно ССН-92, Вып. 7 (Сборник сметных норм, 1992), приведен в таблицах 5.4 и 5.5.

Таблица 5.4 – Перечень основного оборудования лаборатории

| № | Наименование | Ед.изм. | Кол-во | Стоимость, руб |
|---|---|---------|--------|----------------|
| 1 | Микроскоп поляризационный | штука | 1 | 1040000 |
| 2 | Дифрактометр рентгеновский | штука | 1 | 1534000 |
| 3 | Пиролизатор горных пород | штука | 1 | 10000000 |
| 4 | Хроматомасс-спектрометр | штука | 1 | 6500000 |
| 5 | Шкаф сушильный вакуумный (с вакуумометром термпарным) ШСВ-45к | штука | 1 | 124000 |

Таблица 5.5 – Нормы расхода материалов на проведение работ (согласно таблицам 5 и 16.9 главы 6 ССН-92, Вып. 7 (Сборник сметных норм, 1992) и таблице 18 главы 3 ССН-92, Вып.1 (Сборник сметных норм, 1995))

| № п/п | Наименование и характеристика ихделия | Ед. изм. | Стоимость, руб | Норма расхода | ССН | Сумма, руб |
|---------------------|--|---------------|----------------|---------------|-----------------------------------|------------|
| Лабораторные работы | | | | | | |
| 1 | Фольга алюминиевая 10х30 см | шт. | 23 | 0,082 | | 1,8 |
| 2 | Трубка ПВХ | м | 4 | 70 | | 280 |
| 3 | Воронки пластмассовые | шт. | 50 | 8 | | 400 |
| 4 | Бутылки полиэтиленовые | шт. | 53 | 9,5 | | 475 |
| 5 | Перчатки резиновые | шт. | 10 | 10 | | 100 |
| 6 | Спирт этиловый | л | 3,5 | 4,4 | ССН, вып 7, табл. 16.9, пункт 126 | 15,4 |
| 7 | Хлороформ для хроматографии, в ампулах (5мл) | шт. | 7 | 20 | ССН, вып 7, табл. 5, пункт 130 | 140 |
| 8 | Пинцет медицинский | шт. | 48 | 1 | | 48 |
| 9 | Воронка делительная 100 мл | шт. | 163,9 | 2 | | 327,8 |
| | Итого на лабораторные работы | | | | | 1788 |
| Камеральные работы: | | | | | | |
| 10 | Бумага офисная | пачка (100 л) | 165 | 0,05 | ССН, вып. 1, табл 18, пункт 2 | 7,9 |
| 11 | Карандаш простой | шт. | 3 | 0,5 | ССН, вып. 1, табл 18, пункт 3 | 9,0 |
| 12 | Резинка ученическая | шт. | 6 | 0,15 | ССН, вып. 1, табл 18, пункт 6 | 5,4 |
| 13 | Линейка чертежная | шт. | 25 | 0,15 | ССН, вып. 1, табл 18, | 22,5 |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|-----|----|------|--------------------------------|--------|
| | | | | | пункт 4 | |
| 14 | Ручка шариковая (без стержня) | шт. | 12 | 0,15 | ССН, вып. 1, табл 18, пункт 22 | 10,8 |
| 15 | Стержень для ручки шариковой | шт. | 12 | 2,8 | ССН, вып. 1, табл 18, пункт 8 | 201,6 |
| | Итого на камеральные работы: | | | | | 257,2 |
| | Итого на проведение работ: | | | | | 2045,2 |

Затраты на материалы составили 2045 рублей 20 копеек.

5.3.4 Амортизация

Расчет амортизации производится только для оборудования (Таблица 5.4). Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле (Налоговый кодекс часть 2, глава 25 статья 259 п.1) [40]:

$$\frac{1}{n} * 100\%$$

где n — срок службы оборудования.

Данные расчета амортизационных отчислений приведены в таблице

Таблица 5.6 – Перечень основного оборудования лаборатории

| № | Наименование | Стоимость, руб | Срок службы, лет | Амортизация за 1 месяц, руб | Амортизация за 3,22 меся |
|---|--|----------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | Микроскоп поляризационный | 1040000 | 5 | 17333,3 | 55813,33 |
| 2 | Дифрактометр рентгеновский | 1534000 | 10 | 12783,3 | 41162,33 |
| 3 | Пиролизатор горных пород | 10000000 | 15 | 55555,6 | 178888,89 |
| 4 | Хроматомасс-спектрометр | 6500000 | 8 | 67708,33 | 218020,83 |
| 5 | Шкаф сушильный вакуумный (с вакуумометром термопарным) ШСВ-45к | 124000 | 10 | 1033,33 | 3327,33 |
| | Итого: | | | | 497212,71 |

Амортизационные отчисления по полученным данным составили 497212 рублей 71 копейку.

5.3.5 Накладные расходы

Величина накладных затрат обуславливается расходами, не попавшими в предыдущие статьи расходов, такие как печать, ксерокопирование материалов исследований, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Она рассчитывается согласно формуле:

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{пр}} * \sum_6^1 Z_i$$

где: $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 20% (т.е. 0,2).

$$З_{\text{накл}} = 0,2 \times (163254,0 + 48976,2 + 2045,2 + 497212,71) = 142297,62 \text{ руб.}$$

Согласно расчетам, сумма накладных расходов равна 142297 рублей 62 копейки.

5.4 Общая стоимость работ

Общая сметная стоимость работ представлена таблицей по форме СМ 4 (Таблица 5.7).

Таблица 5.7 — Сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований

| № п/п | Статьи расхода | Сметная стоимость, руб | Источник принятой нормы | Примечание |
|-------|--|------------------------|--|--------------|
| 1 | Основная заработная плата | 163254,0 | ССН-92, Вып. 7, гл. 13; СНОР-93, Вып.7 | Пункт 5.3.1 |
| 2 | Страховые взносы в социальные внебюджетные фонды | 48976,2 | ФЗ №322 от 2 декабря 2013 г. «О бюджете ...» | Пункт 5.3.2 |
| 3 | Материалы | 2045,2 | ССН-92, Вып.7; СНОР-93, Вып.7 | Пункт 5.3.3 |
| 4 | Амортизационные отчисления | 497212,71 | Налоговый кодекс, ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1 | Пункт 5.3.4 |
| 5 | Накладные расходы | 142297,62 | Налоговый кодекс, ч.2, ст.264 | Пункт 5.3.5 |
| 6 | ИТОГО | 853785,73 | | Сумма ст.1-5 |

Таким образом, общая стоимость работ по изучению органического вещества донных осадков составит 853785 рублей 73 копейки.

5.5 Смета затрат на проведение лабораторного исследования

По результатам выше проведенных расчетов и априорной информации составлена смета затрат на проведение исследований образцов донных осадков восточной части моря Лаптевых (таблица 5.8).

Таблица 5.8 – Смета затрат на проведение лабораторных исследований

| № п/п | Статьи расходов | Сметная стоимость, руб. |
|------------------|--|--|
| 1 | Основные расходы | 711488,11 |
| 2 | Накладные расходы (20%) | 142297,62 |
| 3 | Рентабельность (п.1+п.2) × 20% | 170757,15 |
| 4 | Компенсационные выплаты 3% (п1+п2+п3) | 30736,29 |
| 5 | Резерв на непредвиденные расходы 3% (п.1+п.2+п.3+п.4) | 31658,38 |
| 6 | Итого (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5) | 1086937,55 |
| 7 | НДС (20%) | 217387,51 |
| 8 | Итого договорная цена | 1304325,06 |

Таким образом, общие затраты, которые несет университет на проведение исследований донных отложений моря Лаптевых, составляют 1304325 рублей 6 копеек.

Для изучения особенностей литологического состава и органического вещества отложений моря Лаптевых был проведен ряд лабораторно-аналитических исследований.

Выявленные результаты позволят сделать выводы о наличии/отсутствии следов миграции глубинных углеводородов в поверхностные донные осадки, по результатам чего можно сделать вывод о потенциальной возможности/невозможности наличия залежей УВ в недрах. Поверхностная

поисковая геохимия – это наиболее бюджетный метод геологоразведочного скрининга территории в суровых арктических условиях.

Помимо этого, внесет вклад в понимание современного цикла углерода, что является важной фундаментальной задачей интернационального интереса.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕСТВЕННОСТЬ

Цель магистерской диссертации – изучение особенностей геологического строения и перспектив нефтегазоносности восточной части шельфа моря Лаптевых, исследование свойств ОВ поверхностных донных осадков в контексте проведения геохимических поисковых работ в акватории моря Лаптевых.

Исследования заключаются в изучении, сравнении свойств минеральной матрицы осадков и ОВ, в интерпретации полученных данных, построении разрезов и графиков, а также в составлении отчета. Полевой этап проходил заочно, без участия автора. Пробоподготовительный этап включал себя размораживание образцов донных осадков, их сушку и гомогенизацию, горячую экстракцию хлороформом в аппаратах Сокслета с последующей подготовкой полученных экстрактов для анализа. Аналитические измерения проводились специально обученными, высококвалифицированными сотрудниками, без прямого участия автора. Таким образом, рассматриваются научные исследования камерального типа с предшествующей пробоподготовкой. Рабочее место расположено в 221 аудитории 20 корпуса НИ ТПУ в Международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей.

В кабинете предусмотрено 4 индивидуальных рабочих места. Каждое место представляет собой компьютерный стол, оснащенный стационарным компьютером с жидкокристаллическим монитором Samsung SyncMaster 713N диагональю 17 дюймов (яркость 77%, контрастность 50%, с частотой обновления 60 Hz и разрешением 1920×1080). Так же лаборатория оборудована двумя вытяжными шкафами, лабораторными столами, всем необходимым лабораторным оборудованием (водяная баня, роторный испаритель, аналитические весы, комплект химической стеклянной посуды), системой вытяжек, сушильным шкафом и мойкой. Кабинет имеет естественное и искусственное освещение.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Основой законодательного обеспечения безопасности является Конституция Российской Федерации. В Трудовом кодексе РФ устанавливаются права и обязанности работодателей и работников в отношении охраны труда; оговариваются ограничения к труду в особо тяжелых условиях некоторых групп населения.

Требования к безопасности и эргономике рабочих зон во время проведения лабораторных и камеральных работ основываются на: ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [5, 6, 7].

6.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 221, 20 корпуса НИ ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [5].

Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека.

Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает пользователь ЭВМ, должна составлять 720 мм.

Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 мм². Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами пользователя ЭВМ и экраном монитора должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте. Рабочее место пользователя

ЭВМ аудитории 221, 20 корпуса НИ ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [5].

6.2. Производственная безопасность

6.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Выбор факторов происходил согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (ГОСТ 12.0.003-2015, 2015 [1]). Перечень опасных и вредных факторов, характерных для этапа подготовки образцов и камерального этапа, представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ

| Опасные и вредные факторы ГОСТ 12.0.003-2015 [1] | Этапы работ | | Нормативные документы |
|---|--------------|-------------|--|
| | Лабораторный | Камеральный | |
| Превышения уровня шума | + | + | ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [2] |
| Превышение уровней электромагнитных излучений | | + | СанПиН 1.2.3685-21 |
| Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны | + | | "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [15] |
| Отклонение показателей микроклимата | + | + | СанПиН 2.2.4.548-96 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [19]. |
| Недостаточная освещенность рабочей зоны | + | + | СанПиН 1.2.3685-21 [15] |
| Монотонный режим работы | + | + | РД 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса [13]. |
| Поражение электрическим током | + | + | ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление [3]. ГОСТ 12.1.038-82 Предельно допустимые уровни напряжений [4]. |
| Канцерогенные и мутагенные вещества | + | | СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [16]. |

6.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Превышение уровня шума. Повышенный уровень шума на рабочем месте может привести к раздражительности, головным болям, быстрой утомляемости, нарушению слуха, возникновению профессиональных заболеваний.

Основные источники шума в лаборатории – работа вытяжной вентиляции и сушильного шкафа.

Шум оказывает на организм человека неблагоприятное воздействие и может вызывать различного рода болезненные состояния, в том числе тугоухость и глухоту. Длительное воздействие шума оказывает вредное влияние на ЦНС и психику человека. Шум снижает работоспособность и производительность труда, препятствует нормальному отдыху и нарушает сон.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 “ССБТ. Шум. Общие требования безопасности” при проведении испытательных работ, уровень шума не должен превышать 75 дБ [2]. Чтобы узнать соответствует ли уровень шума требованиям, проведем необходимые расчеты.

Таблица – Характеристика источников шума лаборатории

| № | Источник шума | Уровень шума, дБ | Звуковое давление, Па |
|---|----------------|------------------|-----------------------|
| 1 | Вентиляция | 40 | 0,020 |
| 2 | Сушильный шкаф | 20 | 0,002 |

Основной характеристикой звукового поля является уровень его звукового давления N (уровень шума, Дб). Оно вычисляется по формуле:

$$N = 20 * \lg (p) / p_0,$$

где p – эффективное звуковое давление Па; $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ Па – звуковое давление, принятое за нулевой уровень.

Вычислим эффективное звуковое давление p_i :

$$p_i = 10^{(N_i / 20)} * p_0,$$

где N_i и p_i параметры i – го источника шума, а $i=1, 2, \dots n$. Рассчитанные эффективные звуковые давления приведены в 4 столбце

Звуковое давление нескольких источников N суммируется по следующей формуле:

$$N = 20 * \lg (p_1 + p_2 + \dots + p_n) / p_0,$$

где N – суммарный уровень звукового давления; p_1, p_2, p_n – эффективное звуковое давление для источника шума.

Вычисляем общий уровень шума:

$$N = 20 * \lg ((0,020 + 0,002) / 2 \cdot 10^{-4}) = 40,83 \text{ дБ} < 75 \text{ дБ}.$$

Расчетный уровень шума является **допустимым**.

Методы противозумовой защиты делятся на методы коллективной защиты и средства индивидуальной защиты. К методам коллективной защиты относятся: снижение шума за счет улучшения оборудования; изменение направления шума; применение звукоизоляции и рациональная планировка предприятий т.д. Меры индивидуальной защиты включают использование средств индивидуальной защиты (специальные наушники, беруши).

Превышение уровней электромагнитных излучений. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры и сетевые фильтры. Данное оборудование при работе формирует сложную электромагнитную обстановку на рабочем месте.

Электромагнитное поле воздействует на организм человека, приводя к ослаблению иммунитета, нарушению клеточного обмена, возникновение различных заболеваний, в том числе психологических (депрессия, нервозность) и др.

Допустимые нормы электромагнитного излучения при работе с оборудованием обозначены в СанПиН 2.2.2.542-96 [17] и представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Временные допустимые уровни ЭМП при работе с ПЭВМ [12].

| Наименование параметров | | ВДУ ЭМП |
|--|------------------------------------|---------|
| Напряженность электрического поля | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц | 25 В/м |
| | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц | 250 нТл |
| | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл |
| Напряженность электростатического поля | | 15 кВ/м |

Основными средствами защиты от электромагнитного излучения при работе с компьютером являются использование качественной техники, соответствующей стандартам качества, а также использование экранных фильтров, ослабляющих электростатическое и электромагнитное поле. Для того, чтобы у монитора работали защитные экранирующие свойства, при подключении его необходимо заземлить.

Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны определяется на основании расчетов или непосредственных измерений. В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [15] пыль растительного или животного происхождения с содержанием SiO_2 от 2 до 10% относится к 4 классу опасности (вещества малоопасные), с предельно допустимой концентрацией 4 мг/м^3 .

Воздействие пыли на организм человека зависит, во многом от её химического состава, но зачастую может вызывать такие заболевания как бронхит и аллергия, а также вызывать такие симптомы как кашель, затрудненное дыхание, ощущение дискомфорта в глазах. Особенно опасно вдыхание пыли для людей, больных астмой, так как может вызывать приступы удушья.

Пробы донных осадков при измельчении пылятся. Мелкие частицы пробы, размером от 100 до 1 мкм попадают в воздух рабочей зоны. При этом пыль вдыхается через респираторные органы, накапливается на слизистых оболочках и коже.

Для предотвращения негативного влияния пыли на организм человека необходимо в процессе измельчения проб пользоваться индивидуальными средствами защиты (респиратором или маской), а также проводить проветривание.

Отклонение показателей микроклимата. Параметры, определяющие микроклимат помещения: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и интенсивность теплового облучения. Отклонение данных параметров ведет к чрезмерной утомляемости, возникновению болезней, снижению работоспособности и т.д.

Обработка результатов с помощью ЭВМ относится к Ia категории по уровню энергозатрат (работа, проводимая сидя, с небольшим уровнем физических затрат). Микроклиматические условия рабочей зоны для данного вида работ нормируются согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [19] и соответствуют 22-25°C температуры воздуха и поверхностей, 40–60% относительной влажности воздуха, 0,1 м/с скорость движения воздуха.

В качестве мероприятий по предотвращению отклонений параметров микроклимата могут быть использованы системы вентиляции, кондиционирования и отопления воздуха использование теплоизолирующих экранов для защиты от источников теплового излучения, а также правильная организация режима труда при соответствующих условиях труда.

Недостаточная освещенность рабочей зоны ведет к повышенной утомляемости, развитию болезней, снижению зрения. Кроме того, из-за этого снижается работоспособность, увеличивается вероятность производственного травматизма [76].

Освещенность в общественных помещениях нормируется согласно СНиП 23-05-95 [20]. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк [76]. Местное освещение не должно давать блики. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света, установленным в верхней части помещения. При этом показатель дискомфорта и коэффициент пульсации должны быть равны не более 15 и 10 соответственно.

В качестве мер по защите от недостаточного освещения предлагается мыть окна и подстригать ветви деревьев, которые закрывают доступ к окну. Кроме того, следует производить своевременную замену перегоревших ламп.

Монотонный режим работы. Процесс пробоподготовки (выбирание посторонних частиц, ручное, механическое измельчение, взвешивание, расфасовка, подготовка экстрактов для последующего хроматомасс-спектрометрического анализа, а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом.

Монотонность труда может привести к возникновению неприятных ощущений у работников, таких как снижение уровня бодрствования, снижение тонуса скелетной мускулатуры, снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, увеличение аритмии пульса и др.). Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм, повышенная заболеваемость и т.д. [9].

Проводимые в ходе научного исследования лабораторные и камеральные работы относятся к классу вредных напряженных условий труда 1 степени [9]. Рекомендации предполагают введение частых (через 60 - 120 мин.), но коротких (5 - 10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотонии. Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену.

Поражение электрическим током. Источником тока являются провода и розетки, а также части оборудования, находящиеся под напряжением в результате повреждения изоляции. Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает тепловое, химическое и биологическое воздействия.

ГОСТ 12.1.038-82 [4] устанавливает следующие нормативы напряжения прикосновения силы тока, протекающие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки. При переменном токе частотой 50 Гц

напряжение не должно превышать 2В (при силе тока 0,3 мА), при постоянном токе напряжение не должно превышать 8В (при силе тока 1 мА).

По опасности поражения электрическим током лаборатории относятся к помещениям без повышенной опасности, так как в данных помещениях преобладают следующие условия: относительная влажность составляет 50-60%; температура воздуха в помещениях не превышает 25°C; отсутствуют токопроводящие полы [14].

Для предотвращения электротравматизма при эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) Запрещается работа на неисправном оборудовании;
- 2) Необходимое условие – заземление техники;
- 3) Не ставить системный блок в зоне повышенной влажности;
- 4) Оптимальные параметры микроклимата: температура 20-25 °С при относительной влажности до 75 %; резких температурных амплитуд следует избегать;
- 5) Необходимо ежедневно протирать салфеткой экран, клавиатуру.

Кроме того, особо важным для предотвращения травматизма является соблюдение правил электробезопасности и контроль за их выполнением.

Канцерогенные и мутагенные вещества. Экстракция органического вещества происходит с помощью хлороформа (трихлорметан CHCl_3) – органического растворителя. Вдыхание хлороформа пагубно влияет на работу центральной нервной системы. Вдыхание воздуха с содержанием хлороформа порядка 0,09 % (900 ppm) за короткое время может вызвать головокружение, усталость и головную боль. Постоянное воздействие хлороформа может вызвать заболевания печени и почек. Учеными доказаны отдаленные эффекты воздействия хлороформа – канцерогенность, гонадотоксический и мутагенные эффекты [81].

Для минимизации вредного воздействия хлороформа рекомендуется все операции с данным химическим веществом производить в работающих

вытяжных шкафах, работая в перчатках. Избегать вдыхания паров при переливании жидкости/экстрактов.

6.3. Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия камеральных работ на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений. Предполагается, что в ходе проведения работ негативного влияние на атмосферу и гидросферу не происходит. Негативное влияние на литосферу связано с утилизацией ПК.

6.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Обработка результатов (камеральная работа) на ЭВМ лабораторно-аналитических исследований 28 проб донных осадков юго-восточной части моря Лаптевых не несет вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние ЭВМ при его утилизации.

Утилизация персонального компьютера – это опасный процесс с точки зрения воздействия на экологию, так как вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Техногенный мусор в виде отслуживших свой срок компьютеров не может быть уничтожен самой природой. Более того, их громоздкость и наличие внутри ядовитых химических веществ не позволяют подвергать эту технику уничтожению способом сожжения.

Порядок утилизации компьютеров:

- 1) создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащую утилизации. Это внутренняя комиссия, которая создается для коллективного принятия решения о том, какая именно техника может быть списана.

2) Составление экспертного заключения о том, что техника действительно «отжила свое» и должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой.

3) Составление акта технической экспертизы, подтверждающего, что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту либо же что ремонт её уже нецелесообразен.

4) Составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

5) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

6) Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по правилам (Временные методические рекомендации, 1985).

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами. Отходы, содержащие в себе части цветных металлов, относятся к категории металлолома и подпадают под соответствующую категорию. Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под

категорию опасных отходов (Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ [22]).

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС в 221 аудитории 20 корпуса НИ ТПУ является возникновение пожара. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- 1) Неисправное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.
- 2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.
- 3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в том числе распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка

переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123 [21], НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» [10] для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 221, 20 корпуса НИ ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: порошковыми огнетушителями ОП-2 1шт., ОП-4, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, В, С, Е.).

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-Па.

В 20 корпусе НИ ТПУ каждый этаж оснащен пожарной автоматикой, сигнализациями. В случае возникновения пожара необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

Таким образом, в главе социальная ответственность проанализирована эргономика рабочего места в аудитории 221 20 корпуса НИ ТПУ, выявлены опасные и вредные факторы, фиксируемые при выполнении работы, а также предложены методы их минимизации.

Был произведен расчет уровня шума в ауд. 221. Он составил 42 дБ, что является допустимым значением по ГОСТ 12.1.003-2014.

Влияние на гидросферу и атмосферу при проведении работ было сведено к нулю. Рассмотрено потенциальное воздействие на литосферу при неверном

способе утилизации компьютера, а также приведены пути грамотного обращения с данным видом отхода. Главным ЧС при проведении работ является пожар.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ геологического строения Лаптевоморского бассейна доказывает высокую перспективность региона с точки зрения потенциальной нефтегазоносности. Среди ключевых благоприятных факторов:

- Рифтогенный характер бассейна (мощность осадочного чехла до 14 км);
- Наличие непромышленных нефтяных и газовых месторождений, находящихся в непосредственной близости к акватории моря Лаптевых (Анабаро-Хатангская и Лено-Анабарская НГО);
- Открытие крупного нефтяного Центрально-Ольгинского месторождения с запасами 80,4 млн т. нефти (C_1+C_2) на Хатангском лицензионном участке.
- Наличие качественных НГМП.

2. По результатам исследования состава и источников ОВ в донных осадках восточной части моря Лаптевых в контексте проведения поисковых геохимических работ были выявлены:

- Донные осадки характеризуются пелитовой и алевроитовой размерностью, псаммитовая фракция отсутствует, что говорит о спокойной гидродинамической среде осадконакопления;
- Высокий кислородный индекс ОI как индикатор доминирования терригенного материала в составе ОВ осадков;
- Преимущественно высокие значения индекса CPI указывают на постоянное поступление свежего ОВ неморского происхождения;
- В образцах зоны внешнего шельфа отмечается значительный вклад низкомолекулярных н-алканов, что потенциально может рассматриваться как один из индикаторов возможного присутствия в составе ОВ миграционных (глубинных) флюидов.

По результатам исследования состава и источников ОВ в контексте биогеохимического цикла углерода, было выявлено:

- Резкое отличие в индексе TAR между двумя проанализированными горизонтами может свидетельствовать о резкой интенсификации поступления ремобилизованного ОУ в прибрежную зону региона в последнее время.

- Значения T_{peak} в диапазоне 372 – 401 °С в сочетании с повышенными значениями НІ по данным пиролиза могут рассматриваться как маркер автохтонной биоты как продуцента ОВ.

- Для горизонта 2-5 см наблюдается уменьшение на 5-15% значений ТОС при одновременном повышении S_1 на 5 – 20%.

- Значимая положительная корреляция между НІ и долей пелитовой фракции была зафиксирована только для горизонта 0-2 см, что говорит о том, что в горизонте 2 – 5 см скорость и интенсивность трансформации ОВ значительно снижаются. К тому же, для большинства образцов значения ОІ уменьшаются с глубиной, что свидетельствует о начинающихся процессах консервации ОВ.

3. Общие затраты на проведение исследований донных отложений моря Лаптевых составляют 1 304 325,06 рублей.

4. Производственная, экологическая безопасность и организационно-правовые аспекты при проведении лабораторных и камеральных работ соответствуют установленным нормам и требованиям. Расчетный уровень шума в 221 аудитории 20 корпуса НИ ТПУ составляет 42 дБ, что является допустимым.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Gershelis (Panova) E. V. , Grinko A. A. , **Oberemok I. A.** , Klevantseva E. V. , Poltavskaya (Zhivotova) N. A. , Ruban A. S. , Chernykh D. V. , Leonov A. A. , Guseva N. V. , Semiletov I. P. Composition of sedimentary organic matter across the Laptev sea shelf: Evidences from rock-eval parameters and molecular indicators (Article number 3511) // Water. - 2020 - Vol. 12 - №. 12. - p. 1-21. doi: 10.3390/w12123511.
2. Gershelis (Panova) E. V. , Kashapov R. S. , Ruban A. S. , **Oberemok I. A.** , Leonov A. A. , Chernykh D. V. , Dudarev O. V. , Semiletov I. P. Исследование состава органического вещества донных осадков моря Лаптевых с применением метода rock-eval = Identifying sources of organic carbon in surface sediments of Laptev sea shelf using a Rock-Eval approach // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов = Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. - 2020 - Т. 331 - №. 8. - С. 189-198. doi: 10.18799/24131830/2020/8/2780.
3. **Oberemok, I.A.**, Gershelis, E.V. The hydrocarbon compounds sources in surface sediments of the Laptev Sea shelf // E3S Web of Conferences 266, 08006 (2021) TOPICAL ISSUES 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126608006>.
4. **Оберемок И. А.** Механизмы накопления органического вещества в юго-восточной части шельфа моря Лаптевых: применение метода Rock-Eval // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6-10 Апреля 2020. - Томск: Изд-во ТПУ, 2020 - Т. 1 - С. 229-231.
5. EGU General Assembly 2020; Characteristics of organic carbon in surface sediments of Laptev Sea shelf; **Irina Oberemok**, Elena Gershelis, etc.; EGU2020-13305 (<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2020/EGU2020-13305.html>).
6. **Oberemok I. A.**, Gershelis E.V. The hydrocarbon compounds sources in surface sediments of the Laptev Sea shelf // TOPICAL ISSUES OF RATIONAL

USE OF NATURAL RESOURCES: Scientific Conference Abstracts. Volume II. Saint-Petersburg Mining University. St. Petersburg, 2020. P. 414.(XVI International Forum-Contest of Students and Young Researchers. 17-19 June 2020) - С. 270-271.

7. **Oberemok, I. A.** The sources and characteristics of organic matter in surface sediments of the Laptev Sea shelf // Abstract Book of the XII International Youth Scientific and Practical Congress «Oil and Gas Horizons». - Moscow: Publishing Center of the National State University of Oil and Gas «Gubkin University», 2020 .— 7 p.

8. **Оберемок И.А.,** Гринько А.А. Источники углеводородных соединений в донных осадках на Юго-Восточной части шельфа моря Лаптевых // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020». Второе издание: переработанное и дополненное / Отв.ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2020.

9. **Оберемок И.А.** Транспорт и трансформация органического углерода на восточной части шельфа моря Лаптевых // Актуальные проблемы недропользования. Санкт-Петербургский горный университет. Т. 6. СПб, 2021.

Два тезиса в стадии публикации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Нормативно-методические документы

1. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
3. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. ГОСТ
4. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений
5. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
6. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
7. ГОСТ 12.2.049-80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования
8. ГОСТ Р 54483-2011. Нефтяная и газовая промышленность. Платформы морские для нефтегазодобычи. Общие требования. М., Стандартинформ. 2012. 28 с.
9. Методические рекомендации №2257-80 по устранению и предупреждению неблагоприятного влияния монотонии на работоспособность человека в условиях современного производства / М: Госкомсанэпиднадзор, 1980. – 10 с.
10. НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях»
11. НПБ 105-03 Нормы пожарной безопасности "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314) / М, - 2003, с. 35.
12. ПУЭ Правила устройства электроустановок (6-ое издание) / М: Госэнергонадзор, - 2000 г., 260 с.

13. РД 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
14. РД 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса.
15. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
16. СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности.
17. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.
19. СанПиН 2.2.4.548-96 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
20. СНиП 23-05-95 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
21. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями)
22. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" (с изменениями и дополнениями)

Опубликованная литература

23. Гершелис Е.В. Геохимические особенности органического вещества донных осадков в морях Восточной Арктики: диссертация ... к.г.-м.н: 25.00.09 / Гершелис Е.В.; [Место защиты: ФГАОУ ВО «НИ ТПУ»], 2018. - 143 с.
24. Дараган-Суцова Л.А., Петров О.В., Дараган-Суцов Ю.И.,

Рукавишников Д.Д. Новый взгляд на геологическое строение осадочного чехла моря Лаптевых // Региональная геология и металлогения. 2010. № 41. С. 5–16.

25. Додин Д.А. Устойчивое развитие Арктики (проблемы и перспективы). СПб.: Наука. 2005. 283 с.

26. Запывалов Н. П. Нефтегазоносность акваторий мира: Учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2009. 260 с.

27. Колюбакин А.А. Изучение приоритетных геологических опасностей при подготовке к поисково-разведочным работам на шельфе моря Лаптевых / А. А. Колюбакин, А. Г. Росляков, С. Г. Миронюк и др. // Инженерные изыскания. — 2017. — № 10. — С. 36–52. С.

28. Меленевский В.Н. и др. Диагенез органического вещества торфа по данным пиролиза Рок Эвал // Геохимия. 2019, Т. 64, № 2, с. 206–211.

29. Перевертайло Т.Г. и др. Литологические особенности и органическое вещество осадочных отложений юго-восточной части моря Лаптевых (мыс Муостах) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 2. 224–235.

30. Полякова И.Д., Борукаев Г.Ч. Структура и нефтегазовый потенциал Лаптевоморского региона. / Литология и полезные ископаемые, 2017, № 4, с. 322–339.

31. Романкевич. Е.А. Цикл органического углерода в арктических морях России / Е.А. Романкевич, А.А. Ветров. – М.: Наука, 2001. – 302 с

32. Сафронова Н.С. и др. Углеводородные газы (C1–C5) и органическое вещество донных осадков Ивановского водохранилища реки Волги // Водные ресурсы, 2013, том 40, № 2, с. 1–13.

33. Скворцов М.Б., Дзюбло А.Д., Грушевская О.В., Кравченко М.Н., Уварова И.В. Качественная и количественная оценка перспектив нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых // Геология нефти и газа. - 2020. - № 1 - С. 5-19. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-1-5-19.

34. Технология сейсморазведочных работ МОВ ОГТ 2D на акватории Хатангского залива моря Лаптевых (по материалам ГНЦ «Южморгеология» /

Refleader. [Сайт]. – URL: <http://refleader.ru/jgemerrnameryfs.html/> (дата обращения: 11.03.2021).

35. Филимонова И.В., Эдер Л.В., Мочалов Р.А., Дякун А.Я. Оценка сложности освоения различных участков российского континентального шельфа // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2015. № 5. С. 30-37.

36. Цикл углерода в морях Восточной Арктики на рубеже XX–XXI веков. Книга 1. Транспорт и трансформация углерода в системе «суша–шельф»: монография / И.П. Семилетов, О.В. Дударев, И.И. Пипко и др.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 536 с.

37. Шкарубо С.И., Заварзина Г.А. Стратиграфия и характеристика сейсмических комплексов осадочного чехла западной части шельфа моря Лаптевых. / Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. -Т.6. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/2/14_2011.pdf.

38. Ahn, S. H., Kim, K. W., Naeun, J., Kang, J. J., Lee, J. H., Whitledge, T. E., Stockwell, D. A., Lee, H. W., Lee, S. H. 2020. Fluvial influence on the biochemical composition of particulate organic matter in the Laptev and Western East Siberian seas during 2015. *Marine Environmental Research* 155: 104873.

39. Behar F., Beaumont B., De B., Penteado H.L. 2001. Rock-Eval 6 technology: performances and developments. *Oil & Gas Science and Technology, Revue IFP* 56: 111–134.

40. Bröder, L., Andersson, A., Tesi, T., Semiletov, I., & Gustafsson, Ö. 2019. Quantifying degradative loss of terrigenous organic carbon in surface sediments across the Laptev and East Siberian Sea. *Global Biogeochemical Cycles* 33: 85–99.

41. Bröder, L., Tesi, T., Salvadó, J. A., Semiletov, I., Dudarev O., Gustafsson Ö. 2017. Fate of terrigenous organic matter across the Laptev Sea from the mouth of the Lena River to the deep sea of the Arctic interior. *Biogeosciences* 13: 5003–5019.

42. Capelle, D. W., Kuzyk Zou Zou, A., Papakyriakou, T., Guéguen, C., Miller, L. A., Macdonald, R. W. 2020. Effect of terrestrial organic matter on ocean acidification and CO₂ flux in an Arctic shelf sea. *Progress in Oceanography* 185: 102319.
43. Chapin, F. S., Torn, M., Tatenno M. 1996. Principles of Ecosystem Sustainability. *American Naturalists* 148(6): 1016-1037.
44. Disnar, J.R., Guillet, B., Keravis, D., Di-Giovanni, C., Sebag, D., 2003. Soil organic matter (SOM) characterization by Rock-Eval pyrolysis: scope and limitations. *Organic Geochemistry* 34: 327–343.
45. Drachev S.S., Malyshev N.A., Nikishin A.M. Tectonic history and petroleum geology of the Russian Arctic Shelves: an overview // Geological society, London, petroleum geology conference series. – Geological Society of London, 2010. Vol. 7. No. 1. Pp. 591–619.
46. Fritz, M., Vonk, J. E. & Lantuit, H. 2017. Collapsing Arctic coastlines. *Nature Climate Change* 7: 6–7.
47. Gershelis, E., Goncharov, I., Dudarev, O., Ruban, A., & Semiletov, I. 2019. Characterization of organic matter in bottom sediments of Ivashkina Lagoon, Laptev Sea. *E3S Web of Conferences* 98: 06006.
48. Gershelis, E.V., Kashapov, R. S., Ruban, A. S., Oberemok, I. A., Leonov, A. A., Chernykh, D. V., Dudarev, O. V., Semiletov, I. P. 2020. Identifying sources of organic carbon in surface sediments of Laptev sea shelf using a Rock-Eval approach. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering 331(8): 189–198. In Rus.
49. Günther, F., Overduin, P. P., Sandakov, A. V., Grosse, G., and Grigoriev, M. N. 2013. Short- and long-term thermo-erosion of ice-rich permafrost coasts in the Laptev Sea region. *Biogeosciences* 10: 4297 - 4318.
50. Hare A.A., Kuzyk Z.Z.A., Macdonald R.W., Sanei H., Barber D., Stern G.A., Wang F. 2014. Characterization of sedimentary organic matter in recent marine sediments from Hudson Bay, Canada, by Rock-Eval pyrolysis. *Organic Geochemistry* 68: 52–60.

51. Holmes, R. M., McClelland, J. W., Peterson, B. J., Shiklomanov, I. A., Shiklomanov, A. I., Zhulidov, A. V., Gordeev, V. V., Bobrovitskaya, N. N. 2002. A circumpolar perspective on fluvial sediment flux to the Arctic ocean. *Global Biogeochemical Cycles* 16(4): 14–45.
52. Karlsson, E. S., Charkin, A., Dudarev, O., Semiletov, I., Vonk, J. E., Sánchez-García, L., Andersson, A., and Gustafsson, Ö. 2011. Carbon isotopes and lipid biomarker investigation of sources, transport and degradation of terrestrial organic matter in the Buor-Khaya Bay, SE Laptev Sea. *Biogeosciences* 8: 1865–1879.
53. Melenevskii V.N., Saraev S.V., Kostyreva E.A., Kashirtsev V.A. 2017. Diagenetic transformation of organic matter of the Holocene Black sea sediments according to pyrolysis data. *Geology and Geophysics* 58(2): 273–289. In Rus.
54. Meltofte, H. 2013. Arctic Biodiversity Assessment. Status and Trends in Arctic Biodiversity. Conservation of Arctic Flora and Fauna. *Akureyri*: Iceland.
55. Panova E., Ruban A., Dudarev O., Tesi T., Bröder L., Gustafsson O., Grinko A., Shakhova N., Goncharov I., Mazurov A., Semiletov I. 2017. Lithological features of surface sediment and their influence on organic matter distribution across the East-Siberian arctic shelf. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering* 328(8): 94–105. In Rus.
56. Polyakova I.D., G. Ch. Borukaev., 2017. Structure and petroleum potential of the Laptev Sea region. *Lithology and Mineral Resources* 52: 278–294.
57. Rachold, V., Grigoriev, M.N., Are, F.E., Solomon, S., Reimnitz, E., Kassens, H., Antonow, M. 2000. Coastal erosion vs riverine sediment discharge in the Arctic Shelf seas. *International Journal of Earth Sciences* 89: 450–459.
58. Romanovskii N. N., Hubberten H.-W., Gavrilov A. V., Eliseeva A. A. & Tipenko G. S. 2005 Offshore permafrost and gas hydrate stability zone on the shelf of East Siberian Seas. *Geo-Mar. Lett* 25: 167–182.
59. Salvadó, J. A., Tesi, T., Sundbom, M., Karlsson, E., Kruså, M., Semiletov, I. P., Panova, E., and Gustafsson, Ö. 2016. Contrasting composition of

terrigenous organic matter in the dissolved, particulate and sedimentary organic carbon pools on the outer East Siberian Arctic Shelf. *Biogeosciences* 13: 6121–6138.

60. Sánchez-García, L., Alling, V., Pugach, S., Vonk, J., Van Dongen, B., Humborg, C., Dudarev, O., Semiletov, I., and Gustafsson, Ö. 2011. Inventories and behavior of particulate organic carbon in the Laptev and East Siberian seas. *Global Biogeochem* 25: GB2022.

61. Schlitzer, R., Ocean Data View, <https://odv.awi.de>, 2018.

62. Semiletov, I., Pipko, I., Gustafsson, Ö., Anderson, L.G., Sergienko, V., Pugach, S., Dudarev, O., Charkin, A., Gukov, A., Bröder, L., Andersson, A., Spivak, E., Shakhova, N., 2016. Acidification of East Siberian Arctic Shelf waters through addition of freshwater and terrestrial carbon. *Nature Geoscience* 9: 361–365.

63. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Yusupov V., Kosmach D., Gustafsson O. 2010. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic Shelf. *Science* 327: 1246–1250.

64. Shakhova, N. E., Semiletov, I. P., Leifer, I., Sergienko, V., Salyuk, A., Kosmach, D., Chernykh, D., Stubbs, C., Nicolsky, D., Tumskoy, V., & Gustafsson, Ö. 2014. Ebullition and storm-induced methane release from the East Siberian Arctic Shelf. *Nature Geoscience* 7(1): 64-70.

65. Shakhova, N., Semiletov, I., Gustafsson, O., Sergienko, V., Lobkovsky, L., Dudarev, O., Tumskoy, V., Grigoriev, M., Mazurov, A., Salyuk, A., Ananiev, R., Koshurnikov, A., Kosmach, D., Charkin, A., Dmitrevsky, N., Karnaukh, V., Gunar, A., Meluzov, A., & Chernykh, D. 2017. Current rates and mechanisms of subsea permafrost degradation in the East Siberian Arctic Shelf. *Nature Communications* 8, [15872].

66. Shakhova, N.E., Semiletov, I. P., Sergienko, V., Lobkovsky, L., Yusupov, V., Salyuk, A., Salomatin, A., Chernykh, D., Kosmach, D., Panteleev, G., Nicolsky, D., Samarkin, V., Joye, S., Charkin, A., Dudarev, O. V., Meluzov, A., & Gustafsson, O. 2015. The East Siberian Arctic Shelf: Towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 373(2052).

67. Shepard F.P. Nomenclature based on sand–silt–clay ratios. 1954. *Journal of Sedimentary Petrology* 24(3): 151–158.
68. Stein, R. and Macdonald, R. W. (Eds.). 2004. The organic carbon cycle in the Arctic Ocean. Springer Verlag.
69. Steinbach, J., Holmstrand, H., Scherbakova, K., Kosmach D., et al. 2021. Source apportionment of methane escaping the subseapermafrost system in the outer Eurasian Arctic Shelf. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(10). DOI:10.1073/pnas.2019672118
70. Tesi, T., Semiletov, I., Dudarev, O., Andersson, A., Gustafsson, Ö., 2016. Matrix association effects on hydrodynamic sorting and degradation of terrestrial organic matter during cross-shelf transport in the Laptev and East Siberian shelf seas. *J. Geophys. Res.: Biogeosciences* 121: 731–752.
71. Trabelsi K., Espitalié J., Huc A.-Y. 1994. Characterization of Extra Heavy Oils and Tar Deposits by modified Pyrolysis Methods. *Proceedings of the “Heavy Oil Technologies in a Wider Europe” Thermie EC Symposium, Berlin*: 30–40.
72. Vonk J.E., Sánchez-García L., Van Dongen B.E., Alling V., Kosmach D., Charkin A., Semiletov I.P., Dudarev O.V., Shakhova N., Roos P., Eglinton T.I., Andersson A., Gustafsson Ö. 2012. Activation of old carbon by erosion of coastal and subsea permafrost in Arctic Siberia. *Nature* 489(7414): 137–140.

Интернет-ресурсы:

73. «Роснефть» подтвердила открытие нового месторождения в Хатангском заливе с запасами более 80 млн тонн нефти / Роснефть (информация от 13.10.2017). [Сайт]. – URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/188105/> (дата обращения: 11.05.2021).
74. Безопасность на производстве и охрана труда. Действие света на организм человека [Электронный ресурс]. URL: http://bezopasnostinfo.ru/dejstvie_sveta_na_organizm_cheloveka.html (дата обращения: 21.04.2021).
75. Геохимические методы поисков нефти и газа / Электронная

библиотека Neftegaz.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/ngk/147824-metody-poiskov-nefti-i-gaza-geokhimicheskie/> (дата обращения: 19.04.2021).

76. Геохимические поиски и разведка нефтегазовых месторождений / Производственно-геологическая компания СИБГЕОКОМ (геохимические и экологические исследования) [Сайт]. URL: <https://sibgeo.sibanalyt.ru/services/poisk-nefti-i-gaza/> (дата обращения: 19.04.2021).

77. Лаптевых море/ Большая российская энциклопедия. [Сайт]. – <https://bigenc.ru/geography/text/2133445> (дата обращения: 10.05.2021).

78. Море Лаптевых / Электронная библиотека «Википедия». [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Море_Лаптевых (дата обращения: 10.05.2021).

79. Оценка осадочных бассейнов для поиска нефти и газа [Электронный ресурс]. – URL: <https://present5.com/ocenka-osadochnyx-bassejnov-dlya-poiska-nefti-i/> (дата обращения: 10.04.2021).

80. Технология сейсморазведочных работ МОВ ОГТ 2D на акватории Хатангского залива моря Лаптевых (по материалам ГНЦ «Южморгеология» / Refleader. [Сайт]. – URL: <http://refleader.ru/jgemerrnameryfs.html/> (дата обращения: 11.05.2021).

81. Хлороформ. Большая медицинская энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--90aw5c.xn-1avg/index.php/%D0%A5%D0%9B%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%9C> (дата обращения: 21.04.2021).

Приложение А

The hydrocarbon compounds sources in surface sediments of the Laptev Sea shelf

Студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 2ЛМ92 | Оберемок Ирина Андреевна | | |

Научный руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Гершелис Елена Владимировна | к.г.-м.н. | | |

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП (НОЦ)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Поздеева Галина Петровна | к.филол.н | | |